

MISE EN ŒUVRE D'UNE UNITE DE VALORISATION
ENERGETIQUE DES BOUES SUR LA STATION DE
TRAITEMENT DES EAUX USEES MAERA

DEMANDE D'AUTORISATION
ENVIRONNEMENTALE

E1 – ETUDE DE DANGERS
ET SON RESUME NON TECHNIQUE



SUIVI DU DOCUMENT :
CML-NOT-00-013-B_E1-Etude de dangers

Indice	Établi par :	Le :	Objet de la révision :
A	Kassoum OUATTARA BUREAU VERITAS	31/03/2023	Version initiale

Les termes employés dans les études de dangers sont définis dans la circulaire du 10 mai 2010.

Les principaux sigles employés sont les suivants :

A

ADR	Analyse Détaillée des Risques. La méthode d'ADR déployée dans la présente étude est la méthode dite par arbres de défaillance – arbres d'événements, ou « nœud papillon ».
APR	Analyse Préliminaire des Risques (idem EPR).
ATEX	Atmosphère Explosive

B

BHS	Barrière Humaine de Sécurité = Mesure de Maitrise des Risques (MMR) organisationnelle (action humaine)
BTHS	Barrière Technique et Humaine de Sécurité = Mesure de Maitrise des Risques (MMR) associant un dispositif technique et une action humaine
BTS	Barrière Technique de Sécurité = Mesure de Maitrise des Risques (MMR) ne mettant en jeu que des dispositifs techniques

C

E

EDD	Etude De Dangers.
EI	Événement Initiateur ; événement immédiatement en amont d'un Événement Redouté Central.
EPR	Evaluation Préliminaire des Risques (idem APR)
ERC	Événement Redouté Central.
ERP	Etablissement Recevant du Public.

F

FDS	Fiche de Données de Sécurité.
------------	-------------------------------

I

ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.
-------------	---

L	
LIE	<p>Limite Inférieure d'Explosivité.</p> <p>Un nuage d'air et de gaz (vapeur) inflammable (ou de poussières combustibles) en concentration inférieure à la LIE du gaz (ou de la poussière) considéré ne peut s'enflammer et exploser.</p>
LSE	<p>Limite Supérieure d'Explosivité.</p> <p>Un nuage d'air et de gaz (vapeur) inflammable (ou de poussières combustibles) en concentration supérieure à la LSE du gaz (ou de la poussière) considéré ne peut s'enflammer et exploser.</p>
M	
Mesure de Maîtrise des Risques (MMR)	Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue les MMR de prévention et les MMR de protection (ou de limitation).
Mesure de Maîtrise des Risques Instrumentées (MMRi)	faisant appel à de l'instrumentation de sécurité et constituée d'un ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.
N	
NC	Niveau de Confiance
P	
PhD	Phénomène Dangereux.
PI	Poteaux incendie.
POI	Plan d'Opération Interne.
	Ensemble de mesures prévues pour assurer la sécurité en cas d'accident.
R	
REX	Retour d'EXpérience.
RIA	Robinet d'Incendie Armé.
S	
SEI	Seuil des Effets Irréversibles sur la santé humaine
SEL / SPEL	Seuil des premiers Effets Létaux (\Leftrightarrow 1% de décès sur la population exposée)
SELS	Seuil des Effets Létaux Significatifs (\Leftrightarrow 5% de décès sur la population exposée)
SLR	Société Laitière de Retiers
U	
UVCE	<p>Unconfined Vapour Cloud Explosion.</p> <p>Explosion d'un nuage de gaz ou de vapeur inflammable dans un environnement non confiné, encombré ou non encombré.</p>

V
VCE

Vapour Cloud Explosion.

Explosion d'un nuage de gaz ou de vapeur inflammable dans un environnement confiné, encombré ou non encombré.

SOMMAIRE

A. OBJECTIFS, PERIMETRE ET CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS – METHODE D'ANALYSE DES RISQUES.....	16
A.1. Objectifs de l'étude de dangers	16
A.2. Périmètre de l'étude de dangers	16
A.3. Contenu de l'étude de dangers.....	16
A.4. Références réglementaires et bibliographie – documents de référence	17
A.4.1. Textes règlementaires.....	17
A.4.2. Bibliographie	17
A.4.3. Documents de référence.....	18
A.5. Présentation de la méthodologie d'analyse des risques	18
A.5.1. Démarche globale	18
A.5.2. 1 ^{ère} étape : Accidentologie	19
A.5.3. 2 ^{ème} étape : Identification et caractérisation des potentiels de dangers – Réduction des potentiels de dangers.....	19
A.5.4. 3 ^{ème} étape : Evaluation ou Analyse Préliminaire des Risques (EPR ou APR)	20
A.5.5. 4 ^{ème} étape : Analyse détaillée des risques (ADR)	21
A.5.6. 5 ^{ème} étape : Bilan de l'analyse des risques	26
B. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET DE LEUR ENVIRONNEMENT	27
B.1. Description des installations.....	27
B.1.1. Stockage des boues déshydratées	28
B.1.2. Unité de Valorisation Énergétique des Boues « Pyrofluid™ »	28
B.1.3. Récupération et valorisation énergétique	29
B.1.4. Utilités	30
B.2. Description de l'environnement du site	33
B.2.1. Situation géographique et accès	33
B.2.2. Environnement humain et infrastructure	35
B.2.3. Environnement naturel	38
C. ORGANISATION GENERALE EN MATIERE DE GESTION DE LA SECURITE	43
C.1. Dispositions générales organisationnelles.....	43
C.1.1. Recensement des substances ou préparations dangereuses – Gestion des incompatibilités	43
C.1.2. Organisation et formation.....	43
C.1.3. Plan de prévention pour les entreprises extérieures	44
C.1.4. Entretien et maintenance des installations (périodicité des contrôles et maintenance) - travaux ...	44
C.2. Dispositions générales techniques – mesures de sécurité	45
C.2.1. Contrôle des accès – Protection anti-intrusion	45
C.2.2. Mesures de prévention vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion	45
C.2.3. Mesures de prévention et de protection contre les risques liés aux opérations de manutention ou liés à la circulation interne	49
C.2.4. Mesures de prévention et de protection vis-à-vis du risque de pollution des eaux et du sol	50
C.2.5. Estimation des besoins en eau en cas d'incendie dans le bâtiment de valorisation énergétique	51
C.2.6. Mesures de prévention vis-à-vis de la défaillance des équipements.....	55

D. ACCIDENTOLOGIE – RETOUR D’EXPERIENCE	56
D.1. Accidents survenus sur des installations similaires.....	56
D.1.1. Base accidentologie consultée.....	56
D.1.2. Quelques exemples d’accidents survenus	57
D.2. Synthèse	66
E. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS.....	67
E.1. Dangers liés aux produits	67
E.1.1. Méthodologie	67
E.1.2. Rappel des produits et rubriques susceptibles d’être stockés	67
E.1.3. Dangers liés aux boues déshydratées	67
E.1.4. Dangers liés au biogaz	68
E.1.5. Dangers liés à l’hydrogène	68
E.1.6. Dangers liés aux produits chimiques / réactifs / fioul	69
E.1.7. Tableau récapitulatif des caractéristiques des produits utilisés	71
E.2. Dangers liés aux installations / activités connexes / utilités.....	74
F. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS.....	75
F.1. Principe de substitution.....	75
F.2. Principe d’intensification	75
F.3. Principe d’atténuation – limitation des effets.....	75
G. EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES	77
G.1. Rappel de la démarche	77
G.2. Analyse des risques d’origine externe	78
G.2.1. Risques d’origine naturelle	78
G.2.2. Risques d’origine non naturelle	84
G.3. Evaluation préliminaire des risques liés aux installations	87
G.3.1. Découpage fonctionnel.....	88
G.3.2. Traitement des sources d’ignition	88
G.3.3. Effets dominos internes liés aux installations existantes.....	88
G.3.4. Synthèse de l’analyse.....	89
G.3.5. Analyse des risques liés au stockage des boues déshydratées (unité fonctionnelle A).....	90
G.3.6. Analyse des risques liés à la valorisation énergétique des boues (unité fonctionnelle B).....	92
G.3.7. Analyse des risques liés à la récupération et valorisation d’énergie (unité fonctionnelle C)	96
G.3.8. Analyse des risques liés aux utilités (unité fonctionnelle D)	97
H. MODELISATION DES EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX	100
H.1. Rappel des phénomènes dangereux retenus	100
H.2. Justification des phénomènes dangereux non retenus	100
H.3. Evaluation de l’intensité des effets – Détermination des zones d’effets.....	101
H.3.1. Seuils des effets thermiques	102
H.3.2. Seuil des effets de surpressions.....	103
H.3.3. Caractérisation de la cible.....	103
H.3.4. Caractéristiques pour le biogaz utilisé dans l’incinérateur	104
H.3.5. Caractéristiques pour l’hydrogène.....	104
H.3.6. Logiciel et outils de calcul utilisés	104

H.3.7. Détermination du débit et de la vitesse du rejet à la brèche	104
H.4. Méthode de calcul de la dispersion atmosphérique d'un rejet de gaz	105
H.4.1. Modélisation des effets thermiques et de surpression liés à une explosion non confinée (UVCE-Flash-fire)	107
H.4.2. Modélisation des effets de surpression en cas d'explosion confinée.....	107
H.4.3. Modélisation des effets thermiques liés à un jet enflammé	112
H.5. Modélisation du PhD1 - Explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées (effets de surpression).....	113
H.5.1. Phénomène dangereux modélisé	113
H.5.2. Données – Hypothèses de calcul	113
H.5.3. Distances des effets	113
H.5.4. Cartographie des zones d'effets	113
H.5.5. Conclusions	116
H.6. Modélisation du PhD2 - Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique suite à une fuite de biogaz (effets de surpression).....	117
H.6.1. Phénomène dangereux modélisé	117
H.6.2. Données – Hypothèses de calcul	117
H.6.3. Distances des effets	117
H.6.4. Cartographie des zones d'effets	118
H.6.5. Conclusions	118
H.7. Modélisation du PhD3 - Explosion de la chambre de combustion du Pyrofluid™ (effet de surpression)	120
H.7.1. Phénomène dangereux modélisé	120
H.7.2. Données – Hypothèses de calcul :	120
H.7.3. Distances des effets	120
H.7.4. Cartographie des zones d'effets	121
H.7.5. Conclusions	121
H.8. Modélisation du PhD4 - Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles (effets thermiques et de surpression).....	123
H.8.1. Phénomène dangereux modélisé	123
H.8.2. Données – Hypothèses de calcul	123
H.8.3. Distances des effets	123
H.8.4. Cartographie des zones d'effets	125
H.8.5. Conclusions	125
H.9. Modélisation du PhD5 - Eclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles (effets de surpression)	128
H.9.1. Phénomène dangereux modélisé	128
H.9.2. Données – Hypothèses de calcul	128
H.9.3. Distances des effets de surpression.....	128
H.9.4. Cartographie des zones d'effets	129
H.9.5. Conclusions	129
H.10. Tableau récapitulatif des distances d'effets sur les tiers des phénomènes dangereux	131
H.11. Evaluation de la probabilité et de la gravité des phénomènes dangereux majeurs	133
I. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE DANGERS.....	134
I.1. Matrice de criticité.....	134

I.2. Conclusion	134
J. ANNEXES	135



RESUME NON TECHNIQUE

Le présent résumé dit « non technique » a pour objet de fournir à des lecteurs non-spécialistes du domaine des installations industrielles, une information objective et factuelle, et leur permettre ainsi de comprendre le projet, les enjeux, et les mesures prises pour que les risques, liés à l'exploitation de la future installation, soient les plus faibles possibles et ne mettent pas en péril la sécurité des tiers, à l'extérieur du site.

LE SITE ET SON ENVIRONNEMENT

Le projet de construction d'unité de valorisation énergétique des boues s'implante sur le site actuel de Maera, au centre des ouvrages existants, sur un terrain actuellement occupé par les bassins de décantation primaire qui seront détruits dans le cadre des travaux de modernisation de la station qui débutent courant 2023.

La station d'épuration est située sur la commune de Lattes (34) à environ :

- ✓ 400 m à l'Est de la Route Métropolitaine 986 ;
- ✓ 1 km au Sud de l'autoroute A9.

Le plan ci-après présente l'implantation de la station de traitement des eaux Maera dans son environnement.

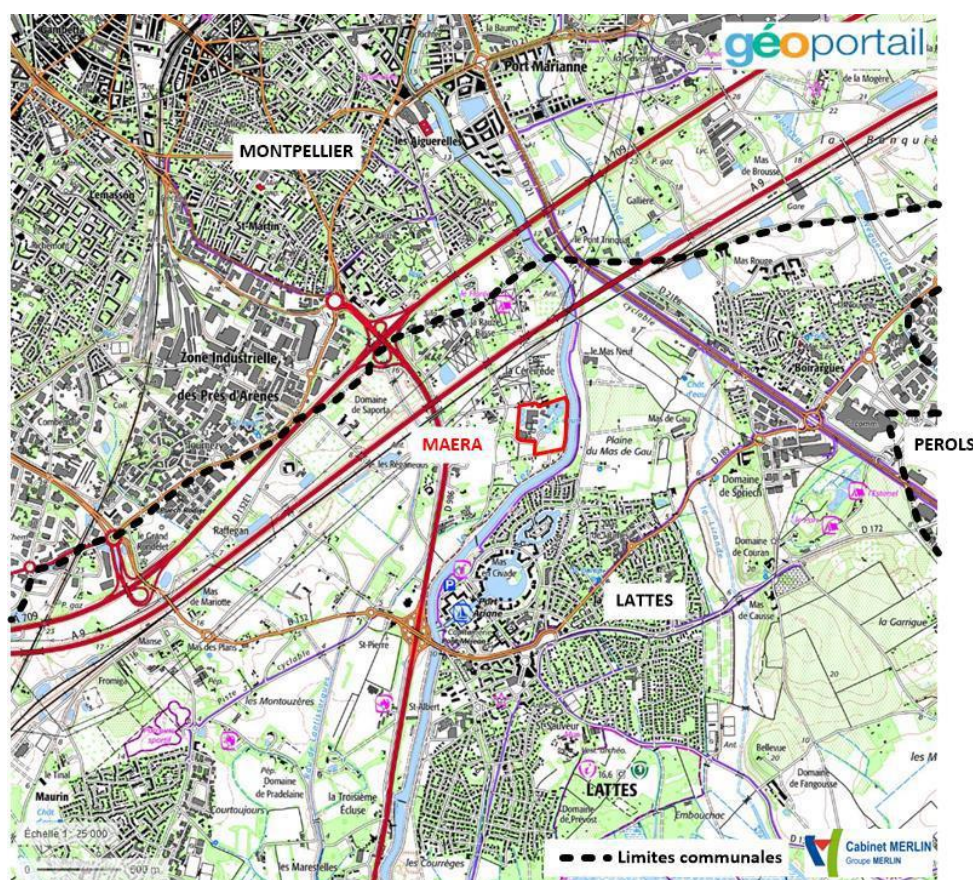


Figure n°1. Localisation de la station dans son environnement

Le voisinage immédiat du site (enjeux humains ou cibles en cas d'accident) est constitué :

- ✓ Au Nord, plusieurs habitations sont regroupées à proximité immédiate de la station d'épuration. L'espace est ensuite occupé par des serres, des terrains cultivés ou en friche et des maisons dispersées.
- ✓ Au Sud, on trouve des terrains cultivés et quelques maisons en rive gauche du Lez. En rive droite du Lez s'étend le Nord du faubourg de Lattes caractérisé par une zone pavillonnaire à densité de population élevée.
- ✓ À l'Est, un chemin de promenade, le Lez puis des champs cultivés.
- ✓ À l'Ouest, l'espace est principalement occupé par des terrains cultivés ou en friche et quelques maisons dispersées.

Le plan ci-après présente l'environnement de la zone d'implantation du projet de valorisation énergétique des boues.

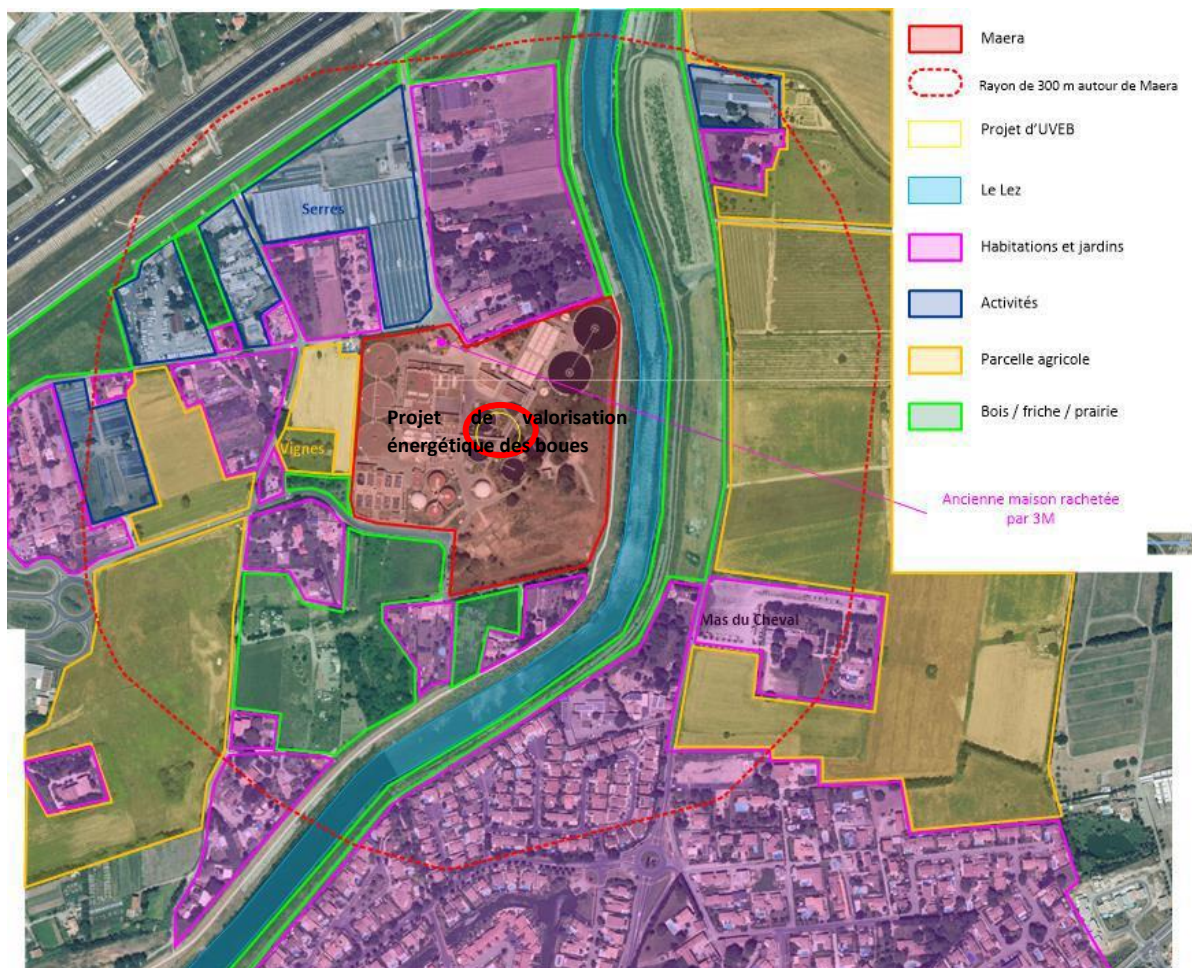


Figure n°2. Localisation du projet sur le site

La STEP accueillera des visiteurs. Le Bâtiment d'Exploitation (BATEX) et le circuit de visite seront classés ERP (capacité d'accueil maximale = 50 personnes).

La figure suivante présente le circuit de visite prévu.

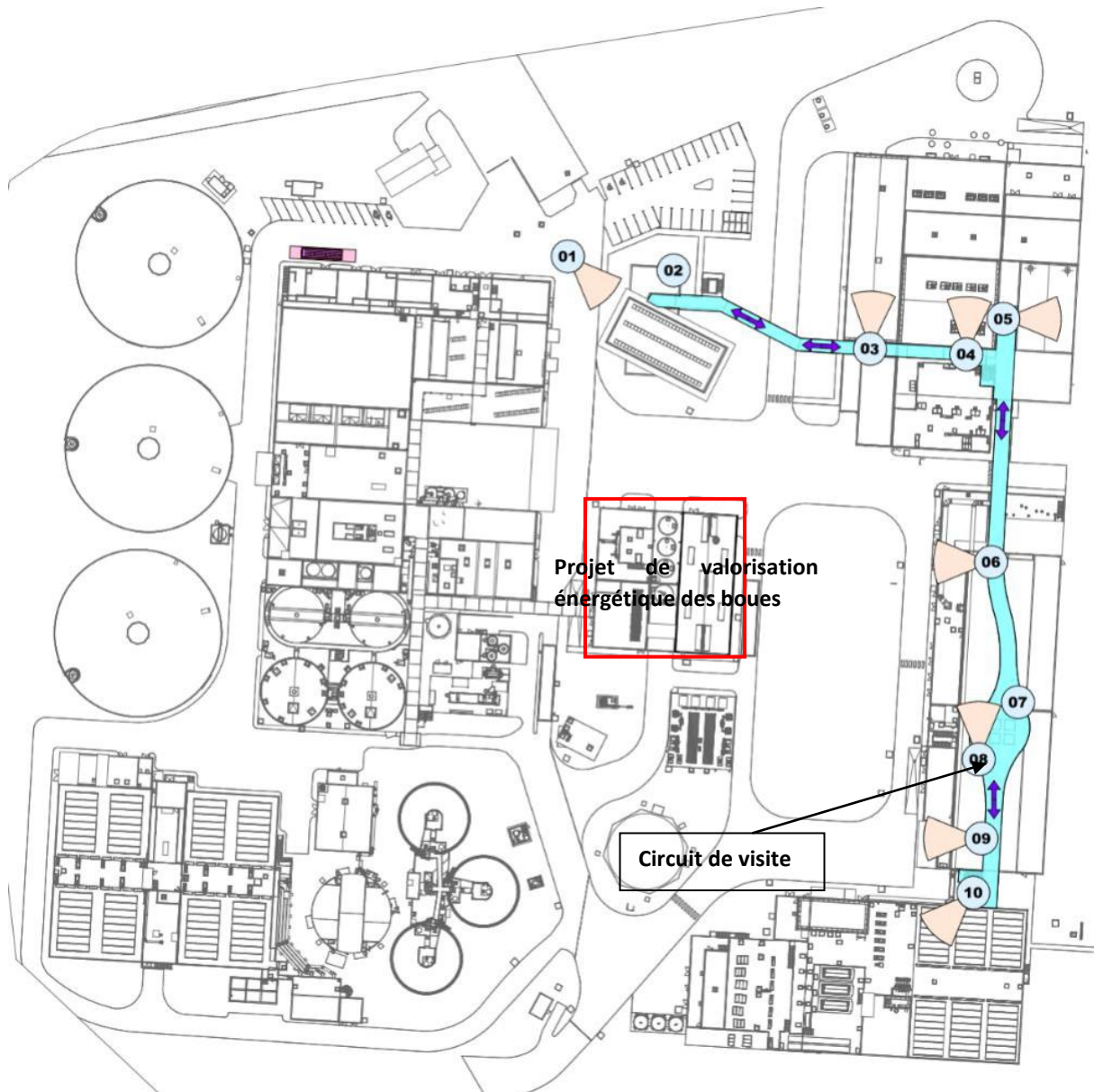


Figure n°3. Circuit de visite

L'installation se compose de deux bâtiments :

- ✓ Un bâtiment de réception et stockage des boues déshydratées, dans lequel se trouvent, aux différents étages, les locaux techniques nécessaires au fonctionnement de l'installation.
- ✓ Un hall valorisation énergétique comprenant le Pyrofluid™, le traitement des fumées et les équipements techniques nécessaires au fonctionnement de l'ensemble.

Le plan ci-après présente la situation des différents bâtiments du projet sur le site.

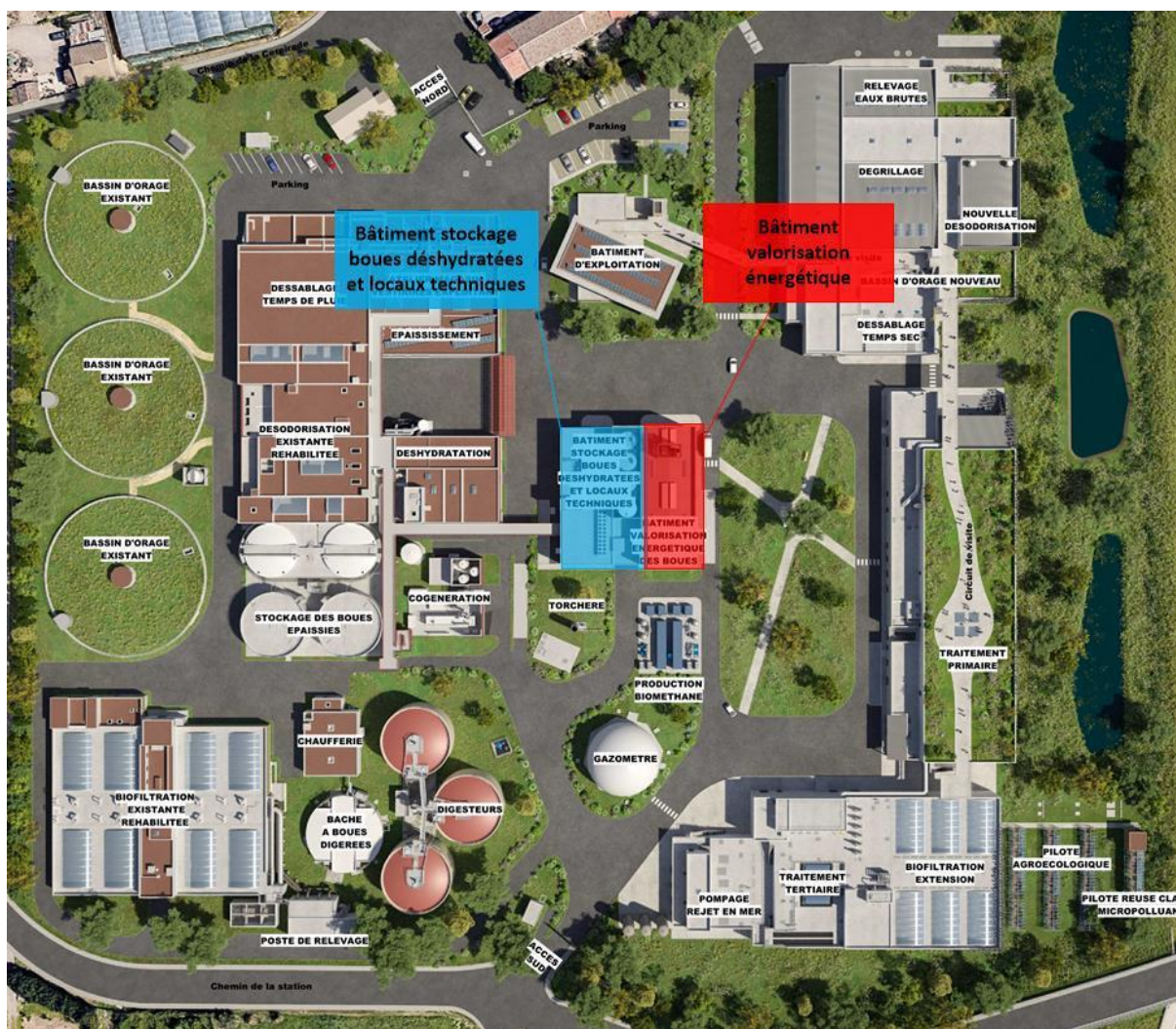


Figure n°4. Situation des bâtiments du projet

METHODE D'ANALYSE DES RISQUES

L'étude de dangers évalue, au moyen d'une analyse des risques, la probabilité d'occurrence et la gravité des conséquences des accidents qui pourraient se produire sur les installations étudiées, et vérifie la pertinence et la suffisance des mesures de sécurité afin de garantir un niveau de risque aussi faible que possible.

La démarche d'analyse de risques, qui a été menée dans l'étude, comprend cinq étapes successives détaillées ci-après.

1- Analyse de l'accidentologie :

En analysant les accidents déjà survenus sur des installations similaires, l'étude de l'accidentologie permet de tirer des enseignements quant à la nature des accidents possibles et à l'adéquation des mesures de sécurité prises.

2- Identification des dangers intrinsèques à l'installation du fait des produits présents et/ou des procédés mis en œuvre, et mesures prises pour réduire ces potentiels de dangers :

Les produits présents sur les installations de valorisation énergétique des boues et leurs dangers sont :

- ✓ **Les boues digérées déshydratées** : Ces boues présentent un risque d'incendie / explosion faible. A notre connaissance, l'accidentologie ne relate pas d'accident de ce type sur des stockages de boues déshydratées (les accidents recensés concernent essentiellement des installations de séchage de boues et de stockage des boues séchées). En outre, les boues digérées déshydratées sont stockées en silos ventilés ; la ventilation permet de maîtriser le risque de formation d'une ATEX.
- ✓ **le biogaz** : le biogaz est inflammable du fait de sa teneur en méthane. Il peut donc générer des phénomènes d'incendie (effets thermiques) ou d'explosion (effets de surpression). Sa teneur en hydrogène sulfuré, qui est un gaz toxique, est faible et ne présente pas un danger pour les populations. Le biogaz distribué dans le local de Valorisation Énergétique des Boues sera prétraité sur filtres pour éliminer le H₂S.
- ✓ **L'hydrogène** : l'hydrogène est un gaz très léger, extrêmement inflammable, non toxique mais peut provoquer l'asphyxie si, dans l'air, il prend la place de l'oxygène. Il sera utilisé par l'analyseur de fumées de l'installation de valorisation de boues digérées. Deux bouteilles d'hydrogène seront stockées au Nord du bâtiment de valorisation énergétique.

La réduction des potentiels de dangers a été prise en compte dès la conception des installations. En effet, la conception et l'implantation des équipements ainsi que les conditions opératoires ont été choisies de façon à minimiser les dangers et/ou limiter les effets des phénomènes dangereux qui pourraient se produire.

3- Analyse des risques liés aux installations

Une analyse des risques a été réalisée selon une méthode reconnue pour les études de dangers (méthode de l'Analyse Préliminaire des Risques). Celle-ci a permis de déterminer tous les scénarios accidentels possibles, en particulier ceux pouvant conduire à un phénomène dangereux susceptible d'impacter des tiers.

Pour les installations étudiées, les phénomènes dangereux identifiés sont les suivants :

- ✓ Explosion d'un nuage de gaz inflammable contenu dans un équipement (silo de stockage de boues déshydratées) en raison du potentiel de production de biogaz dans un milieu confiné et de la présence d'une source d'inflammation. Ce scénario d'explosion confinée de gaz génère des effets de surpression.
- ✓ Inflammation d'une accumulation de biogaz dans le local de Valorisation Énergétique des Boues suite à une fuite (au niveau d'une tuyauterie contenant du biogaz) et de la présence d'une source d'inflammation. Ce scénario génère une explosion avec des effets de surpression.
- ✓ Explosion d'un nuage de gaz inflammable en extérieur, en raison de la fuite de gaz sous pression (hydrogène) et de la présence d'une source d'inflammation. Ce scénario d'explosion non confinée de gaz génère des effets thermiques et de surpression.

- ✓ Inflammation immédiate d'un gaz sous pression (hydrogène), en raison de la fuite et de la présence d'une source d'inflammation. Ce scénario de jet enflammé (ou feu de torche) génère des effets thermiques.
- ✓ Explosion d'un contenant de gaz sous pression (hydrogène), en raison des effets thermiques d'un autre scénario (jet enflammé). Ce scénario génère des effets de surpression.

4- Modélisation des phénomènes dangereux

Cette étape consiste à déterminer les distances des effets thermiques ou de surpression de chacun des phénomènes dangereux retenus à l'issue de l'évaluation préliminaire des risques. Les distances sont évaluées pour les trois seuils d'effets réglementaires suivants :

- ✓ **Le Seuil des effets irréversibles (SEI)** qui correspond au seuil à partir duquel les personnes exposées subiraient des blessures (telles que des brûlures) irréversibles
- ✓ **Le Seuil des premiers effets létaux (SPEL)** qui correspond au seuil pouvant entraîner le décès de 1 personne sur 100 exposées ;
- ✓ **Le Seuil des effets létaux significatifs (SELS)** qui correspond au seuil pouvant entraîner le décès de 5 personnes sur 100 exposées.

Nota : Un seuil de surpression correspondant au seuil de destructions des vitres est rajouté pour les effets de surpression en cas d'explosion.

PHENOMENES DANGEREUX IDENTIFIES

L'application de la méthodologie d'analyse de risques a conduit à identifier 5 phénomènes dangereux :

- ✓ PhD1 : Explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées (effets de surpression) ;
- ✓ PhD2 : Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique suite à une fuite de biogaz (effets de surpression) ;
- ✓ PhD3 : Explosion de la chambre de combustion du Pyrofluid™ (effets de surpression) ;
- ✓ PhD4 : Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles :
 - PhD4a : inflammation retardée conduisant à l'explosion du nuage d'hydrogène formé (flash-fire et UVCE) (effets thermiques et de surpression) ;
 - PhD4b : inflammation immédiate conduisant à un jet enflammé (effets thermiques) ;
- ✓ PhD5 : Eclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage (effets de surpression).

Pour chaque phénomène dangereux étudié, le tracé des zones d'effets, correspondant aux seuils des effets létaux (SELS, SPEL) et aux seuils des effets irréversibles (SEI) définis précédemment, est disponible dans l'étude de dangers (**pièce E1** du dossier, à la suite de ce résumé).

Les effets létaux et irréversibles restent contenus à l'intérieur du site et n'impactent pas le circuit de visite prévu pour l'ensemble des phénomènes dangereux étudiés.

Le tableau de la page suivante présente les distances d'effets obtenues à l'issue de la modélisation de chaque scénario.

Phénomènes dangereux- Intitulés	Effets	Distances des effets thermiques (en m)			Distances des effets de surpression (en m)			
		3 KW/m ² SEI	5 KW/m ² SPEL	8 KW/m ² SELS	20 mbar	50 mbar SEI	140 mbar SPEL	200 mbar SELS
PhD1 : Explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées	Effets de surpression	-	-	-	28	14	6	4
PhD2 : Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique suite à une fuite de biogaz	Effets de surpression	-	-	-	91	45	16	10
PhD3 : Explosion de la chambre de combustion du Pyrofluid™	Effets de surpression	-	-	-	63	32	14	9
PhD4a : Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles - Flash-Fire/UVCE	Effets thermiques et de surpression	4	3	3	5	3	Non atteint	Non atteint
PhD4b : Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles - Jet enflammé	Effets thermiques	Non atteint	Non atteint	Non atteint	-	-	-	-
PhD5 : Eclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles	Effets de surpression	-	-	-	34	17	8	5

A. OBJECTIFS, PERIMETRE ET CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS – METHODE D'ANALYSE DES RISQUES

A.1. Objectifs de l'étude de dangers

L'étude de dangers expose les dangers que peuvent présenter les installations en décrivant les principaux accidents susceptibles d'arriver, leurs causes (d'origine interne ou externe), leur nature et leurs conséquences.

Elle précise et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents à un niveau acceptable.

Elle décrit l'organisation de la gestion de la sécurité mise en place sur le site et détaille la consistance et les moyens de secours internes ou externes mis en œuvre en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre.

Cette étude doit permettre une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement. Elle a pour objectifs principaux, selon le Ministère en charge de l'environnement :

- ✓ d'améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- ✓ de favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles, dans l'arrêté d'autorisation ;
- ✓ d'informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques ;
- ✓ de servir de document de base pour l'élaboration des plans d'urgence et des zones de maîtrise de l'urbanisation.

A.2. Périmètre de l'étude de dangers

La réalisation d'un nouveau dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) est justifiée par le projet de construction d'une unité de valorisation énergétique des boues, classée à autorisation sous les rubriques 2771 et 3520 de la nomenclature des ICPE.

Le périmètre de l'étude porte sur ce projet mais les autres installations du site pourront être prises en compte, notamment en cas de connexité avec la future unité de valorisation énergétique des boues (silos boues déshydratées par exemple) ou parce qu'elles contribuent au risque (effets dominos pour l'EDD).

A.3. Contenu de l'étude de dangers

Conformément aux prescriptions réglementaires en vigueur (cf. § A.4.1), la présente étude de dangers comprend :

- ✓ la description des installations et de leur environnement ;
- ✓ la présentation de l'organisation en matière de sécurité et les mesures générales de prévention et de protection existantes;

- ✓ l'analyse de l'accidentologie (historique des accidents déjà survenus dans l'établissement même et sur des installations similaires) et des enseignements tirés ;
- ✓ l'identification et la caractérisation des potentiels de dangers ;
- ✓ un examen de la réduction des potentiels de dangers ;
- ✓ l'évaluation préliminaire des risques permettant d'identifier les phénomènes dangereux majeurs potentiels ;
- ✓ la modélisation des effets des phénomènes dangereux majeurs identifiés ;
- ✓ une analyse détaillée, c'est-à-dire quantifiée en termes de probabilité et de gravité, des phénomènes dangereux majeurs retenus ;
- ✓ la cartographie des zones d'effets ;
- ✓ un bilan de l'analyse des risques comprenant un récapitulatif des mesures d'amélioration ou de réduction des risques proposées.

Un résumé non technique de la présente étude de dangers explicitant la probabilité, la cinétique et les zones d'effets des accidents potentiels est joint en début de rapport.

A.4. Références réglementaires et bibliographie – documents de référence

A.4.1. Textes réglementaires

La présente étude de dangers répond aux prescriptions des textes suivants :

- ✓ Titre Ier du Livre V du code de l'environnement (installations classées).
- ✓ **Arrêté du 29 septembre 2005** – dit arrêté « PCIG » - relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations soumises à autorisation.
- ✓ **Circulaire du 10 mai 2010** récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.
- ✓ **Arrêté du 4 octobre 2010** relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

A.4.2. Bibliographie

Les guides techniques auxquels la présente étude fait référence sont :

- [1] Guides techniques de l'INERIS en matière de protection de l'environnement et de maîtrise des risques industriels.
- INERIS – rapport N°46032 – DRA 32 – Etude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel – 10/04/2006 ;
 - DRA71 – opération A2 - Guide pour la prise en compte des chaudières industrielles dans la rédaction d'une étude de dangers - 19/12/2016 ;
 - Omega 9 – Etude de dangers d'une installation classée – 01/07/2015 ;

- Guide Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques, et autres opérations du DRA 34 ;
 - Omega 10 – Evaluation de la performance des barrières techniques de sécurité – réf N°DRA-17-164432-10199B du 23/05/2018 ;
 - Omega 20 – Démarche d'évaluation des barrières humaines de sécurité – réf N°DRA-09-103041-06026B du 21/09/2009.
- [2] AFGC - DOCUMENT N°189-11 - Bouteilles de gaz toxiques comprimés ou liquéfiés et de gaz pyrophoriques : Diamètre de fuite à prendre en compte dans les études de dangers
- [3] ICSI – Résumé des travaux - Groupe de travail « Fréquence des évènements initiateurs d'accidents et disponibilité des barrières de protection et de prévention » ;
- [4] Guide « Etude de dangers de dépôts de liquides inflammables » - GT DLI – Octobre 2008.
- [5] Documentation technique du logiciel PHAST et guide DT102 de l'UIC sur le paramétrage de PHAST.

A.4.3. Documents de référence

Les principaux documents du projet qui ont été pris en compte dans l'élaboration de la présente étude sont notamment (liste non exhaustive) :

- ✓ Plan d'implantation générale des installations projetées ;
- ✓ Mémoire descriptif des installations projetées (Pièce C1 du dossier) ;
- ✓ Spécifications techniques des principaux ouvrages projetés,
- ✓ Note de défense incendie du site (EGE NCA 00 100 A Rev C du 27/01/2023)

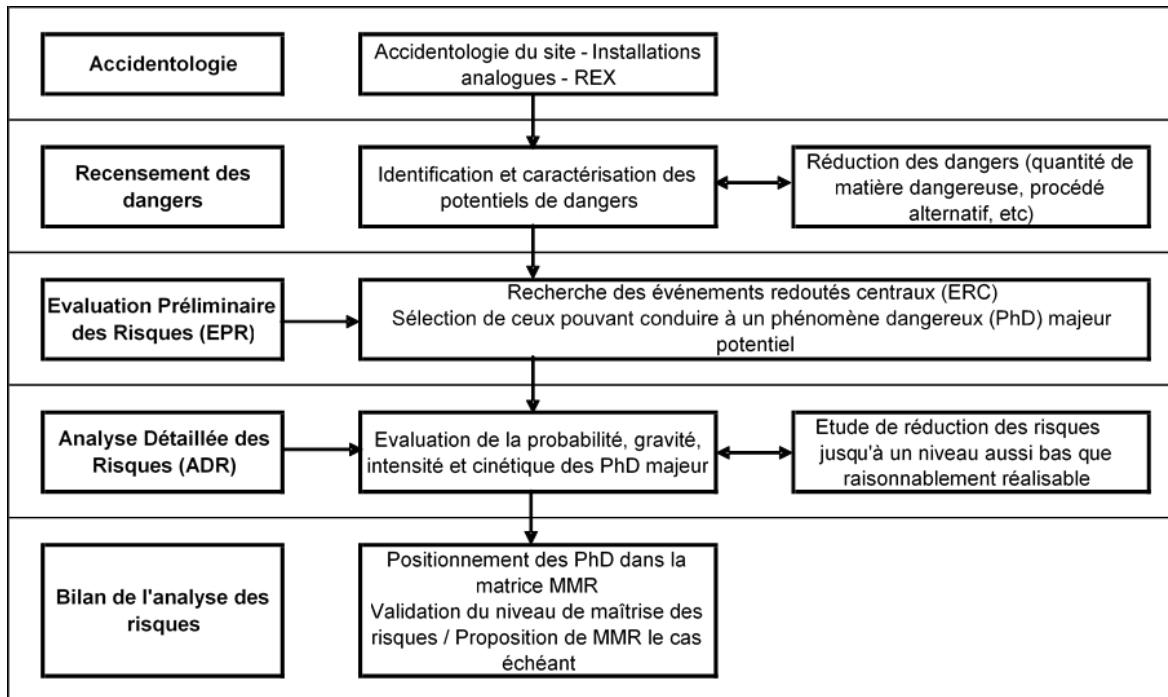
A.5. Présentation de la méthodologie d'analyse des risques

A.5.1. Démarche globale

La démarche d'analyse des risques est présentée sur le graphe ci-après. Elle est réalisée en cinq étapes.

Le descriptif des installations (produits, procédés, plans, schémas, ...) et de leur environnement (qui fait l'objet du chapitre B de l'EDD) constitue les données d'entrée de l'analyse.

Le produit de sortie de l'analyse est constitué par la liste des phénomènes dangereux majeurs, caractérisés par leur probabilité, gravité, intensité et cinétique, et hiérarchisés dans la matrice de criticité G x P permettant d'apprécier le niveau de maîtrise des risques du site et, le cas échéant, de proposer des MMR supplémentaires.



Représentation des différentes étapes de la démarche d'analyse des risques

Remarque sur le niveau de détail de l'analyse des risques :

L'analyse des risques réalisée est orientée vers les risques qui pourraient avoir une conséquence directe pour l'environnement. Elle complète, sans le recouper totalement, le travail effectué pour la mise en conformité des équipements de travail et pour l'élaboration du document unique d'évaluation des risques professionnels (sécurité du personnel – décret du 5 novembre 2001).

Rappelons par ailleurs que le niveau de détail de l'analyse des risques est proportionnel aux dangers de l'établissement.

A.5.2. 1^{ère} étape : Accidentologie

L'analyse de l'accidentologie est la première étape de l'analyse des risques. Elle porte sur les accidents survenus sur des installations similaires. Elle permet de tirer des enseignements qui seront analysés ensuite (scénarios accidentels, adéquation des mesures de maîtrise des risques, ...).

A.5.3. 2^{ème} étape : Identification et caractérisation des potentiels de dangers – Réduction des potentiels de dangers

Cette deuxième étape de l'analyse des risques a pour objectif d'identifier et caractériser les potentiels de dangers.

La méthode employée pour identifier les potentiels de dangers a consisté à :

- ✓ identifier les potentiels de dangers liés aux produits présents sur le site, en examinant les propriétés et les quantités des produits susceptibles d'être présents sur le site ;
- ✓ identifier les équipements qui ne mettent pas en œuvre de matière dangereuse mais qui représentent un danger du fait de leurs conditions opératoires.

Les données d'entrée sont :

- ✓ les résultats de l'analyse de l'accidentologie ;
- ✓ la liste des produits, classés par famille, et les Fiches de Données de Sécurité (FDS) de quelques produits représentatifs de chacune des familles ;
- ✓ la liste des équipements présents sur le site.

A la suite de cette identification, une réflexion est menée sur les possibilités éventuelles de réduire les potentiels de danger du site telles que la réduction, suppression ou substitution des produits et/ou des procédés dangereux par des produits et/ou des procédés moins dangereux.

A.5.4. 3^{ème} étape : Evaluation ou Analyse Préliminaire des Risques (EPR ou APR)

Cette 3^{ème} étape de l'analyse des risques s'articule en deux parties :

- 1- l'analyse des risques d'origine externe, liés à l'environnement naturel ou aux activités humaines à proximité du site, qui constituent des agresseurs potentiels pour les installations en projet. En fonction de leur intensité et des mesures prises, ces risques seront ou non retenus par la suite en tant qu'événement initiateur (ou cause) d'un événement redouté.
- 2- l'analyse des risques internes, propres aux installations, ou analyse des dérives. Il s'agit d'une analyse systématique des risques. Elle vise à :
 - lister tous les Evènements Redoutés Possibles ; pour les installations étudiées, les ERC type sont la perte de confinement ou la fuite de produit dangereux ou un départ de feu ;
 - identifier les causes (ou Evénements Initiateurs (EI)) et les conséquences (ou Phénomènes Dangereux (PhD)) de chacun des ERC envisagés ;
 - recenser les mesures de prévention, de détection et de protection ou limitation prévues ;
 - évaluer la gravité sur les tiers de chaque phénomène dangereux pour, in fine, identifier et retenir tous les phénomènes dangereux majeurs potentiels devant, de ce fait, être analysés et quantifiés dans le cadre de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR). Les phénomènes dangereux majeurs potentiels sont tous les PhD susceptibles de conduire, directement ou par effet-domino, à des effets sur l'homme (irréversibles ou létaux et irréversibles) en dehors du site, sans tenir compte des éventuelles mesures de protection existantes sauf si celles-ci sont des barrières passives.

Le produit de sortie de l'EPR est constitué de tableaux contenant à minima les colonnes suivantes :

- ✓ Evénements Redoutés (ou Evénements Redoutés Centraux) (ERC) ;
- ✓ Causes ou Evénements Initiateurs (EI) ;
- ✓ Conséquences / Phénomènes dangereux (PhD) ;
- ✓ Mesures de prévention ;
- ✓ Mesure de protection ou de limitation ;
- ✓ Gravité potentielle (évaluée en ne tenant compte que des éventuelles barrières passives) ;
- ✓ Commentaires ;
- ✓ Repère (= numéro de l'ERC utilisé dans la suite de l'EDD).

A ce stade de l'analyse des risques, une échelle simplifiée est utilisée pour caractériser la gravité des PhD identifiés :

	Effets limités au site	Effets à l'extérieur du site
Gravité	« Mineure »	« Grave »

Echelle de gravité simplifiée

La gravité est évaluée pour les personnes tierces (hors personnel, sous-traitants, ... travaillant sur le site), selon les attentes de l'étude de dangers. Pour évaluer la gravité des PhD, il peut être nécessaire de réaliser une modélisation du phénomène dangereux concerné.

A.5.5. 4^{ème} étape : Analyse détaillée des risques (ADR)

Pour chacun des phénomènes dangereux majeurs potentiels retenus à l'EPR et pour lesquels la modélisation des effets conclut qu'il s'agit d'un PhD majeur (effets à l'extérieur du site), une analyse détaillée et quantifiée des risques est réalisée. Elle comprend :

- ✓ la représentation de la séquence accidentelle sous forme d'arbres « nœud papillon » ;
- ✓ l'identification et la caractérisation des Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) qui sont reportées sur le nœud papillon. Les MMR qui satisfont les critères d'indépendance, efficacité, temps de réponse et maintenabilité sont retenues. Leur niveau de confiance (NC) (\Leftrightarrow probabilité de défaillance), qui caractérise la décote du risque apportée par la MMR, est évalué.
- ✓ l'évaluation de la probabilité d'occurrence du PhD, compte tenu des MMR de prévention ;
- ✓ l'évaluation de la gravité des PhD ;
- ✓ la caractérisation de la cinétique des PhD.

A.5.5.1. Formalisme du « Nœud papillon »

Le nœud papillon est une représentation graphique sous forme de double arborescence, combinant un arbre de défaillance et un arbre d'événements. La partie gauche du nœud papillon correspond à un arbre de défaillances et permet d'identifier les causes et combinaisons de causes de l'événement redouté (dit événement redouté central ERC). La partie droite du nœud papillon est un arbre d'événements et permet de déterminer les conséquences de l'ERC.

Dans cette représentation, pour un même événement redouté central, chaque chemin conduisant d'une défaillance d'origine (événement indésirable ou courant) jusqu'à l'apparition de dommages au niveau des cibles (effets majeurs) désigne un scénario particulier (un chemin = un scénario).

Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) sont représentées sur le nœud papillon par des barres verticales symbolisant le fait qu'elles s'opposent au développement du scénario d'accident.

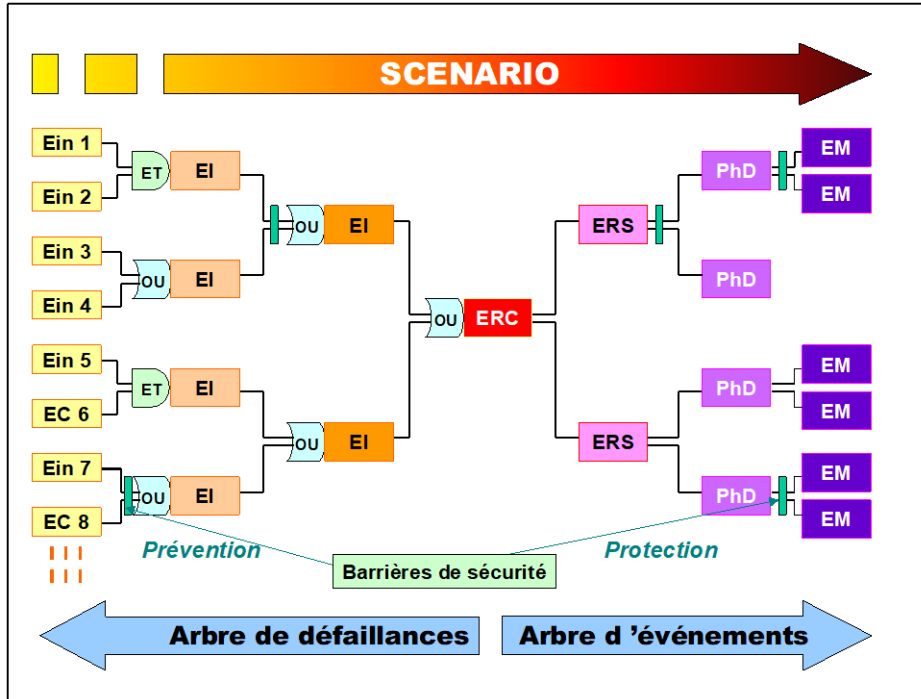
Une même barrière ne peut pas apparaître plusieurs fois sur un même chemin allant de l'EI au PhD et à ses effets en passant par l'ERC.

Les différents Evénements Initiateurs (EI) sont reliés par des portes logiques « ET » et « OU » suivant que l'événement aval nécessite ou non pour se produire, la réalisation de plusieurs EI :

- ✓ Porte « ET » : la réalisation de tous les EI (ou causes) est nécessaire à la réalisation de l'événement aval.

- ✓ Porte « OU » : la réalisation d'un des EI (ou causes) suffit à la réalisation de l'événement aval.

Cet outil permet d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action des mesures de maîtrise des risques sur le déroulement d'un phénomène accidentel.



Formalisme d'une séquence accidentelle avec la méthode des nœuds papillons

Désignation	Signification	Définition	Exemples
Ein	Evènement Indésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies	Le surremplissage ou un départ d'incendie à proximité d'un équipement dangereux peuvent être des évènements initiateurs
EC	Evènement Courant	Evènement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation	Les actions de test, de maintenance ou la fatigue d'équipements sont généralement des évènements courants
EI	Evènement Initiateur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique	La corrosion, l'érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des évènements initiateurs
ERC	Evènement Redouté Central	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse	Rupture, brèche, ruine ou décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte d'intégrité physique

Désignation	Signification	Définition	Exemples
ERS	Evènement Redouté Secondaire	Conséquence directe de l'évènement redouté central, l'évènement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident	Formation d'une flaque ou d'un nuage lors d'un rejet d'une substance diphasique
Ph D	Phénomène Dangereux	Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs	Incendie, explosion, dispersion d'un nuage toxique
EM	Effets Majeurs	Dommages occasionnés au niveau des cibles (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux	Effets létaux ou irréversibles sur la population synergies d'accident

Légende des événements figurant sur le modèle de nœud papillon

A.5.5.2. Identification et caractérisation des MMR

Une Mesure de Maîtrise des Risques ou MMR est une chaîne de sécurité, constituée d'un ou plusieurs équipements, qui remplit une fonction de sécurité et satisfait un certains nombres de critères : indépendance, efficacité, temps de réponse et testabilité / maintenabilité (ou maintien dans le temps).

Sont distinguées :

- ✓ les MMR humaines ou organisationnelles (BHS – Barrières Humaines de Sécurité) (exemple : contrôle d'une opération par une tierce personne) (cf. Rapport d'étude de l'INERIS Omega 20) ;
- ✓ les MMR techniques (BTS) qui comprennent :
 - les dispositifs de sécurité actifs (soupape de décharge, clapet limiteur de débit, ...) ou passifs (disque de rupture, arrête-flammes, cuvette de rétention, ...)
 - les Systèmes Instrumentés de Sécurité (SIS) (ensembles constitués d'une détection, d'un traitement du signal et d'un actionneur).
- ✓ les MMR qui associent un dispositif technique et une action humaine (BTHS) (par exemples : fermeture manuelle d'une vanne suite à la détection visuelle d'une augmentation anormale de la pression du réacteur, mise en sécurité d'une vanne par actionnement d'un bouton d'arrêt d'urgence par l'opérateur suite à une détection de fuite, ...).

L'étude de dangers évalue l'efficacité des MMR identifiées en attribuant à chaque MMR un niveau de confiance (NC). Ce NC est défini par analogie aux exigences qualitatives des normes NF EN 61508 et NF EN 61511 ⁽¹⁾ (cf. Rapport d'étude de l'INERIS Omega 10). Ce niveau de confiance est lié à la probabilité de défaillance de la barrière et associé à un facteur de réduction du risque (NC 1 ⇔ PFD (Probability of Failure on Demand) = 10^{-1} / sollicitation ⇔ facteur de réduction du risque = 10, NC 2 ⇔ PFD = 10^{-2} / sollicitation ⇔ facteur de réduction du risque = 100).

⁽¹⁾ NF-EN 61508 : Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité.

NF EN 61511 : Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur de l'industrie de process.

A.5.5.3. Evaluation de la probabilité

Echelle de probabilité :

L'échelle de probabilité de référence est celle de l'AM du 29/09/2005 :

Niveau de fréquence	E	D	C	B	A
Qualitative	Possible mais extrêmement peu probable N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	Très improbable S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	Improbable S'est déjà produit dans secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	Probable S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation	Courant S'est produit sur site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctrices
½ quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place				
Quantitative (par unité et par an)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

Sur la base des nœuds papillon réalisés, l'évaluation de la probabilité est réalisée selon l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes, selon les données disponibles :

- ✓ semi-quantitative : à partir des valeurs de fréquence d'occurrence des événements initiateurs et en tenant compte de la décote apportée par les éventuelles MMR de prévention compte tenu du niveau de confiance accordé.
- ✓ quantitative : quand le REX et les bases de données le permettent.

Les valeurs de fréquence d'occurrence utilisées seront tirées de bases de données probabilistes reconnues (ARAMIS, LEES, OREDA, ...), et/ou du REX du site. Dans tous les cas, il convient de vérifier que les valeurs retenues sont cohérentes pour le site étudié.

A.5.5.4. Evaluation de la gravité

Echelle de gravité :

L'échelle de gravité de référence est celle de l'AM du 29/09/2005 :

Niveau de gravité	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées ⁽¹⁾	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposées à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

⁽¹⁾ Personnes exposées : personnes exposées à l'extérieur des limites du site, en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

Règles de comptage utilisées :

Les règles de comptage utilisées sont celles proposées dans la circulaire du 10 mai 2010.

A.5.5.5. Evaluation de la cinétique

La cinétique est à relier au temps d'atteinte des cibles par les effets.

Echelle de cinétique :

L'échelle de cinétique retenue compte deux niveaux :

- ✓ cinétique lente : le développement du phénomène accidentel, à partir de sa détection, est suffisamment lent pour permettre de protéger les populations exposées avant qu'elles ne soient atteintes.
- ✓ cinétique rapide : le développement du phénomène accidentel, à partir de sa détection, ne permet pas de protéger les populations exposées avant qu'elles ne soient atteintes.

L'estimation de la cinétique d'un accident permet de valider l'adéquation des mesures de protection prises ou envisagées ainsi que l'adéquation des plans d'urgence mis en place pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations avant qu'elles ne soient atteintes.

A.5.6. 5^{ème} étape : Bilan de l'analyse des risques

A l'issue de l'analyse détaillée des risques, les phénomènes dangereux majeurs potentiels (sans tenir compte des MMR sauf passives) et résiduels (en tenant compte des MMR) sont hiérarchisés selon leur probabilité et gravité, dans la matrice « de criticité » gravité x probabilité.

La matrice réglementaire est la suivante :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux	NON	NON	NON	NON	NON
	MMR rang 2				
Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2	NON	NON	NON
Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON	NON
Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON
Modéré					MMR rang 1

En fonction du niveau de criticité obtenu, des mesures complémentaires peuvent être proposées.

- ✓ **Zone en rouge « NON »** : zone de risque élevé ⇔ accidents « **inacceptables** » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site (mesures compensatoires à mettre en œuvre)
- ✓ **Zone en jaune et orange « MMR »** : zone de Mesures de Maîtrise des Risques. Les phénomènes dangereux dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ⇔ zone ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Il est important de démontrer que toutes les mesures de maîtrise des risques ont été envisagées et mises en œuvre (dans la mesure du techniquement et économiquement réalisable).

La gradation des cases "MMR " en " rangs ", correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 2. Cette gradation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

- ✓ **Zone en vert** : zone de risque moindre ⇔ accidents « **acceptables** » dont il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure (le risque est maîtrisé). Pas de mesures de réduction complémentaire du risque.

B. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET DE LEUR ENVIRONNEMENT

B.1. Description des installations

Le périmètre de l'étude de dangers correspond au périmètre ICPE du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) de l'unité de valorisation énergétique en projet, classée à autorisation sous les rubriques 2771 et 3520 de la nomenclature des ICPE, et ses activités connexes.

L'installation se compose de deux bâtiments :

- ✓ Un bâtiment de réception et stockage des boues déshydratées, dans lequel se trouvent, aux différents étages, les locaux techniques nécessaires au fonctionnement de l'installation.
- ✓ Un hall valorisation énergétique comprenant le Pyrofluid™, le traitement des fumées et les équipements techniques nécessaires au fonctionnement de l'ensemble.

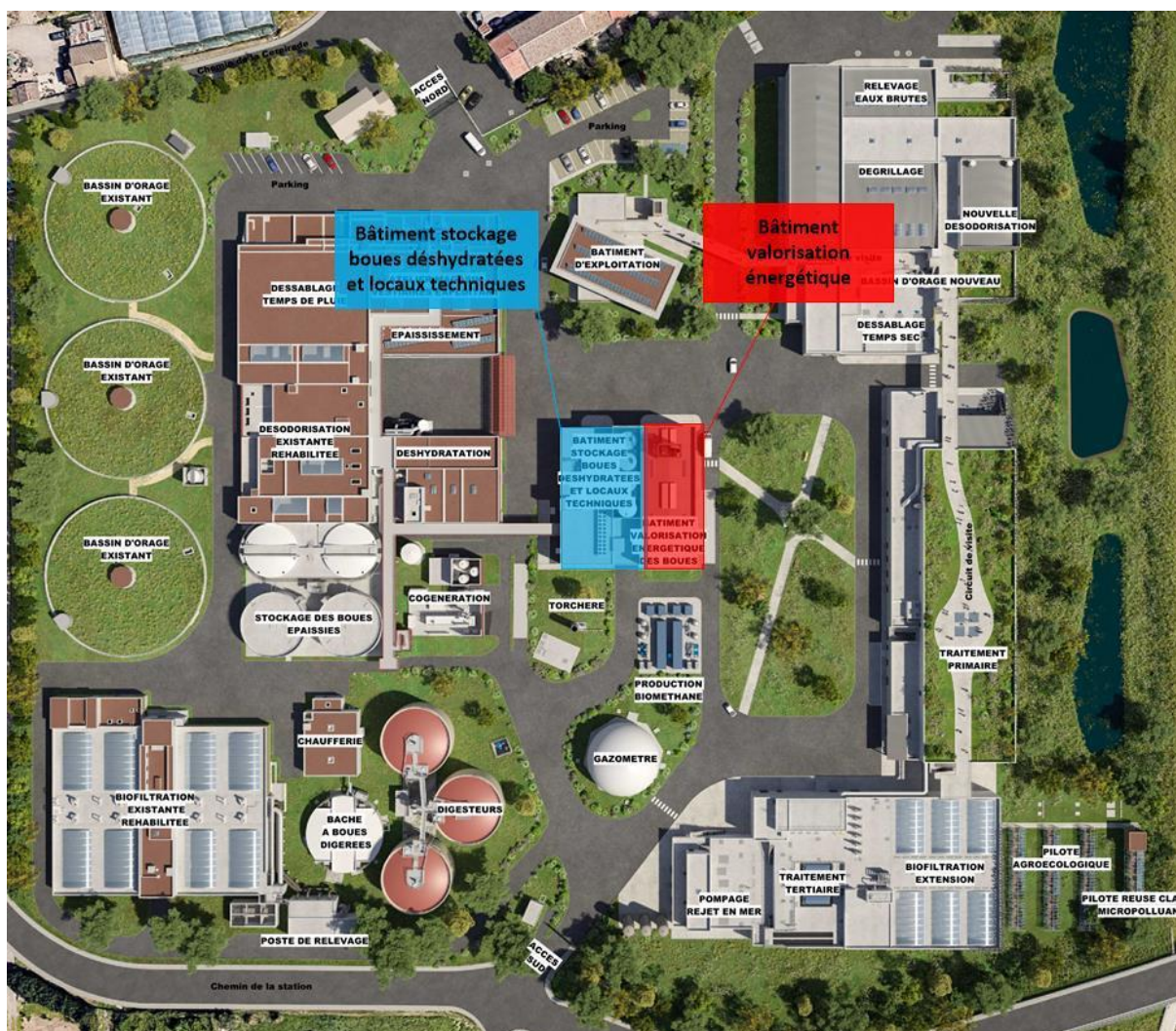


Figure n°5. Situation des bâtiments du projet

Chaque bâtiment comporte un ensemble d'unités fonctionnelles nécessaires au bon fonctionnement de l'installation. Le descriptif détaillé des installations est réalisé dans **la pièce C1** du présent dossier de demande d'autorisation.

Les paragraphes suivants présentent les principales caractéristiques des unités fonctionnelles du projet.

B.1.1. Stockage des boues déshydratées

Cette unité fonctionnelle est composée des ouvrages suivants :

Installations	Caractéristiques
Silos de stockage des boues déshydratées internes	2 silos de 130 m ³ unitaire pour le stockage des boues déshydratées produites sur la STEP.

Seules les données nécessaires à la présente étude sont récapitulées ci-après.

Silos de stockage des boues déshydratées	Nombre	2	-
	Type	Béton	-
	Hauteur totale	5,33	m
	Surface unitaire (L x l)	27,36 (7,2 x 3,8)	m ²
	Volume unitaire	130	m ³
	Volume du ciel gazeux (en fonctionnement normal) - silo plein	15,8	m ³

B.1.2. Unité de Valorisation Énergétique des Boues « Pyrofluid™ »

Le Pyrofluid™ est constitué d'une structure métallique composée de deux cylindres de diamètres différents à l'intérieur de laquelle sont disposés des matériaux réfractaires :

- ✓ Au niveau du cylindre inférieur, de plus faible diamètre :
 - la boîte à vent,
 - la voûte,
 - la première partie du réacteur où se trouve le lit fluidisé de sable.
- ✓ Dans la deuxième partie du réacteur :
 - la chambre de combustion ou réacteur,
 - le dôme et le carneau.

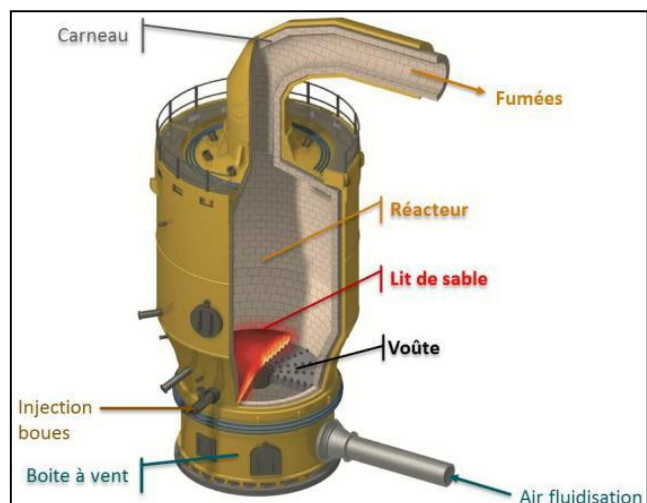


Figure n°6. Ecorché du

Pyrofluid™

Un brûleur de démarrage fonctionnant au fioul assure les phases de mise en service du Pyrofluid™. Des injecteurs complémentaires fonctionnant au biogaz assurent le maintien en température à 850°C.

Seules les données nécessaires à la présente étude sont récapitulées ci-après.

Hall de valorisation énergétique	Construction du local	Bardage + toiture métallique	-
	Dimensions L x l x h	33,5 x 13,2 x 14,55	m
	Volume libre du local	6434	m ³
	Encombrement dû aux équipements	~500	m ³

de l'Unité de Valorisation Énergétique des Boues (Pyrofluid™)	Nombre	1	-
	Construction	Métallique	-
	Diamètre du réacteur	4,3	m
	Hauteur du réacteur	10,6	m
	Hauteur lit de sable + boues	~1	m
	Volume du réacteur	75,2	m ³
	Volume libre (en fonctionnement normal)	70,4	m ³

B.1.3. Récupération et valorisation énergétique

Cette unité fonctionnelle est composée des ouvrages suivants :

Installations	Caractéristiques
Echangeur récupérateur	Le récupérateur permet de récupérer une partie des calories contenues dans les fumées pour préchauffer l'air de combustion avant introduction dans la boîte à vent. Il est de type "tubes de fumées". L'air de fluidisation circule autour des tubes de fumées du Pyrofluid™.
Echangeur économiseur	L'économiseur ou « chaudière vapeur » permet de refroidir les fumées à une température compatible avec le traitement des fumées mis en place en aval. Il fonctionne en lien avec un ballon vaporisateur (vapeur à 180°C) en circulation naturelle.

Installations	Caractéristiques
Echangeur fumées - eau	L'échangeur permet de refroidir les fumées de 220°C à 100°C environ avant leur entrée dans le quench-laveur et en parallèle de récupérer la chaleur contenue dans les fumées pour la valoriser pour d'autres applications. Il est de type eau/fumées.
Quench Condenseur Laveur	<p>Le quench consiste à pulvériser de l'eau pour refroidir les fumées. Au contact de la phase liquide, les fumées se retrouvent alors saturées et leur température chute aux alentours de 75°C. Le condenseur permet un refroidissement des fumées jusqu'à 60-35°C grâce à un échangeur produisant de l'eau chaude, disponible pour le chauffage de la digestion. Cet échangeur assure la valorisation d'une partie de la chaleur latente de la vapeur d'eau contenue dans les fumées.</p> <p>Le laveur assure la complète élimination du NH₃ dans les fumées avant rejet.</p>
Boucle vapeur	<p>La boucle vapeur est constituée de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 bêche alimentaire : Il s'agit d'un ballon chaudronné surmonté d'une colonne de dégazage. ✓ 2 pompes alimentaires : elles assurent la circulation de l'eau condensée sur la boucle vapeur vers l'économiseur. ✓ 1 condenseur de refroidissement : Sa fonction est de refroidir la vapeur lorsque la quantité de chaleur générée dépasse la demande. ✓ Un ensemble de traitement de l'eau : Une unité de production d'eau adoucie permet de remplir le circuit au démarrage.

B.1.4. Utilités

Les principales utilités utilisées pour le fonctionnement de l'installation sont :

- ✓ le biogaz,
- ✓ le fioul,
- ✓ l'électricité
- ✓ et plusieurs autres produits chimiques pour le traitement des fumées (cf. § E.1.7).

Le plan suivant donne la localisation des différentes utilités.

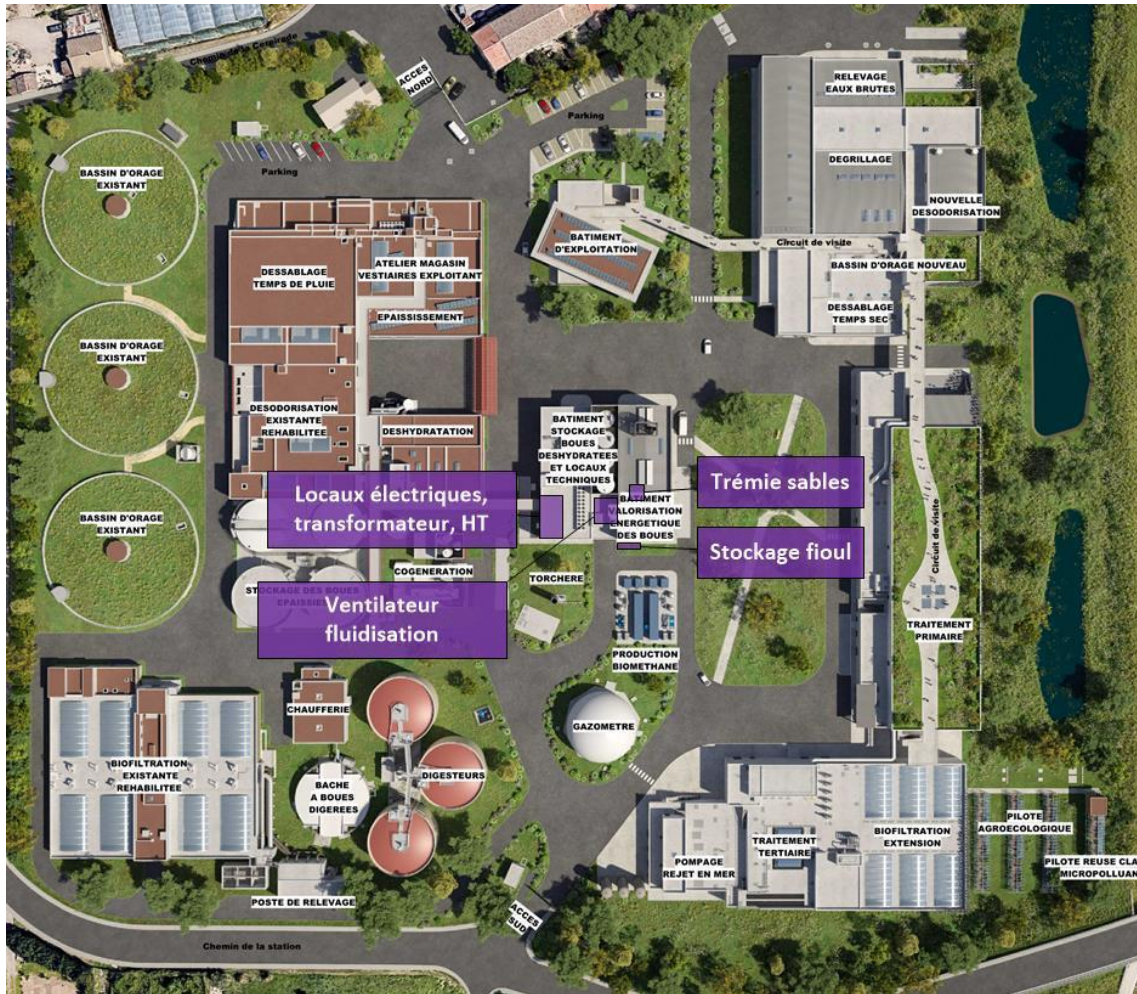


Figure n°7. Localisation des différentes utilités

B.1.4.1. Les locaux électriques

Les équipements électriques spécifiques à la valorisation énergétique sont implantés dans des locaux spécifiques secs, sains, sans poussière, pour lesquels la température ambiante est régulée par l'utilisation de ventilations/climatiseurs. Ils sont positionnés au rez-de-chaussée et en partie au 1^{er} étage du bâtiment stockage de boues déshydratées.

B.1.4.2. Le stockage de fioul

Un stockage de fioul, associé au brûleur de démarrage du Pyrofluid™, est situé à proximité du bâtiment valorisation énergétique. La cuve enterrée présente une capacité de 10 m³ (8,4 t). Le fioul est livré sur le site par dépotage de camion-citerne.

Seules les données nécessaires à la présente étude sont récapitulées ci-après.

Tuyauterie de fioul (dans le hall de valorisation énergétique)	Construction	Acier	-
	Diamètre nominal max (DN)	20	-
	Pression max	10	bar
	Débit max de fioul	0,18	m ³ /h
	Longueur de la tuyauterie	25	m

B.1.4.3. Le réseau de biogaz alimentant le Pyrofluid™

Le Pyrofluid™ est alimenté par un réseau de biogaz produit sur le site. L'unité de valorisation énergétique est alimentée en biogaz par un réseau de canalisation souterrain jusqu'au bâtiment de valorisation énergétique. Cette canalisation est ensuite aérienne à l'intérieur dans le hall de valorisation énergétique. Deux vannes situées à l'extérieur du hall de valorisation énergétique permettent de couper l'alimentation en biogaz sur détection de pression basse en cas de fuite sur la canalisation. Des détecteurs, positionnés près des points de singuliers de la canalisation (vannes, brides...) permettent de détecter toute fuite de biogaz et de mettre en sécurité l'installation (fermeture des deux vannes à l'extérieur, arrêt de l'installation).

Seules les données nécessaires à la présente étude sont récapitulées ci-après.

Tuyauterie de biogaz (dans le hall de valorisation énergétique)	Construction	Acier INOX	-
	Diamètre nominal max (DN)	125	mm
	Pression max	3	bar relatifs
	Débit max de biogaz	240	Nm ³ /h
	Longueur de la tuyauterie	40	m

B.1.4.4. Les bouteilles d'hydrogène

Deux bouteilles d'hydrogène sont utilisées pour les analyses de fumées.

Seules les données nécessaires à la présente étude sont récapitulées ci-après.

Bouteille d'hydrogène	Nombre	2	
	Type	B50	
	Quantité unitaire	50	litres
	Pression initiale dans la bouteille	200	bars

Le descriptif détaillé des autres utilités est présenté dans **la pièce C1** du présent dossier.

B.2. Description de l'environnement du site

Les éléments sensibles de l'environnement du site du projet de mise en œuvre de l'unité de valorisation énergétique sur la station d'épuration de traitement des eaux usées Maera en tant que cibles ou agresseurs potentiels pour les installations objet de l'étude de dangers sont analysés ci-après.

B.2.1. Situation géographique et accès

Le projet de construction d'unité de valorisation énergétique des boues s'implante sur le site actuel de Maera, au centre des ouvrages existants, sur un terrain actuellement occupé par les bassins de décantation primaire qui seront détruits dans le cadre des travaux de modernisation de la station qui débutent courant 2023.

Le site est situé dans l'enceinte de la station d'épuration Maera. La station d'épuration est située sur la commune de Lattes (34) à environ :

- ✓ 400 m à l'Est de la Route Métropolitaine 986 ;
- ✓ 1 km au Sud de l'autoroute A9.

Le plan ci-après présente l'implantation de la station de traitement des eaux Maera dans son environnement.

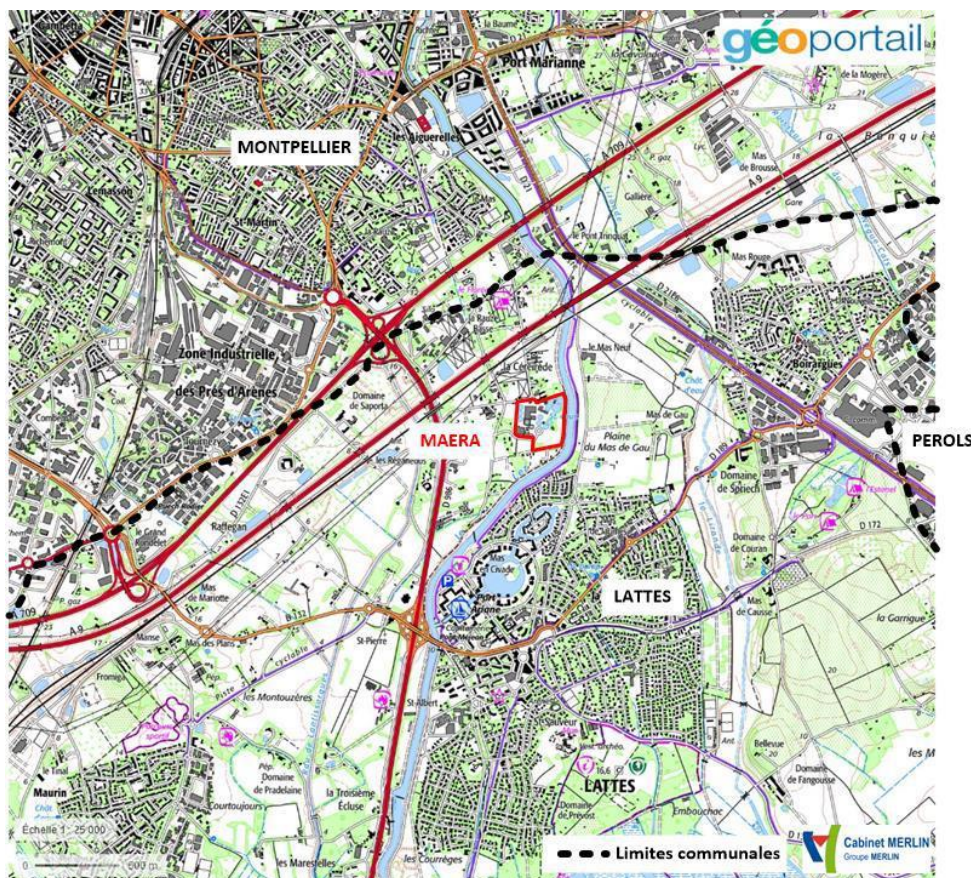


Figure n°8. Localisation de la station dans son environnement

L'accès principal au site (flèches bleues sur la Figure ci-après) se fait depuis la route métropolitaine RM 986 via un rond-point, puis en empruntant le chemin de la station, le chemin de la deuxième écluse, le chemin de la Céreirède.

L'accès à la partie exploitation pour les camions se fait par le Sud (flèches rouges à la figure ci-après), en empruntant, après le rond-point, le « chemin de la station ».



Figure n°9. Accès au site de la STEP de Maera

Les installations projetées seront implantées au centre du site.

Les coordonnées Lambert 93 au centre du site sont : X : 773 120 m ; Y : 6 276 468 m ; Z : 8,6 m NGF.

Le plan ci-après présente la zone d'implantation du projet de valorisation énergétique des boues.



Figure n°10. Localisation du projet sur le site

B.2.2. Environnement humain et infrastructure

Le site de la STEP Maera est enclavé dans une zone de type périurbain, caractérisée par la présence de nombreuses parcelles en friche ou cultivées et quelques habitations plus ou moins dispersées. L'occupation générale des sols aux abords du site est la suivante :

- ✓ Au Nord, plusieurs habitations sont regroupées à proximité immédiate de la station d'épuration. L'espace est ensuite occupé par des serres, des terrains cultivés ou en friche et des maisons dispersées.
- ✓ Au Sud, on trouve des terrains cultivés et quelques maisons en rive gauche du Lez. En rive droite du Lez s'étend le Nord du faubourg de Lattes caractérisé par une zone pavillonnaire à densité de population élevée.
- ✓ À l'Est, un chemin de promenade, le Lez puis des champs cultivés.
- ✓ À l'Ouest, l'espace est principalement occupé par des terrains cultivés ou en friche et quelques maisons dispersées.

Les habitations les plus proches du site se situent :

- ✓ Au Nord en limites de site ;
- ✓ A l'Ouest à environ 80 m des limites du site ;
- ✓ Au Sud-Ouest et au Sud, séparées du site par le chemin de la station.

Le plan ci-après présente l'environnement humain du site.

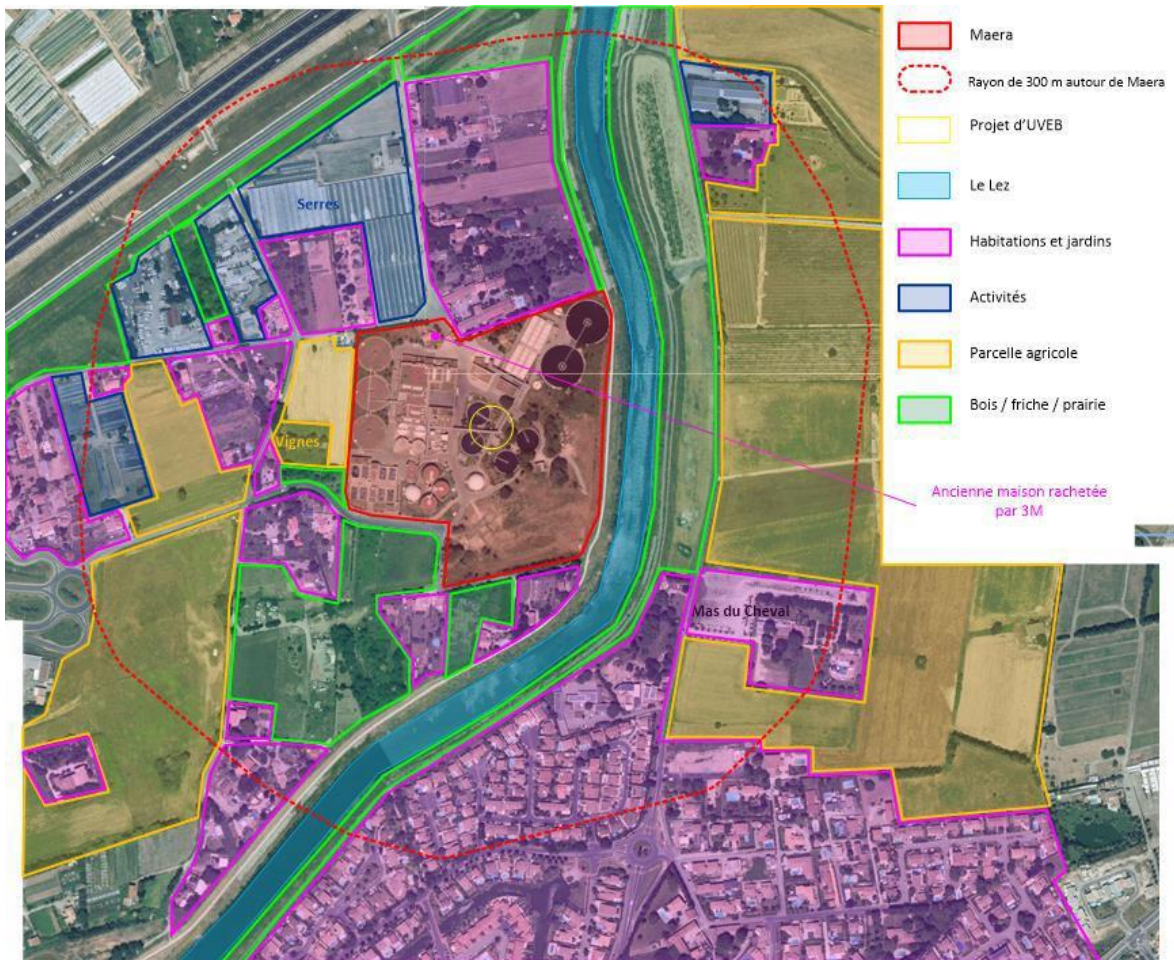


Figure n°11. Environnement humain autour du site

Les éléments notables suivants ont été relevés :

- ✓ Infrastructures :
 - La Route Métropolitaine 986 passe à environ 400 m à l'Ouest du site ;
 - L'Autoroute A9 se situe à environ 300 m au Nord du site ;
 - Une voie ferrée parallèle à l'A9 se situe à environ 250 m au Nord du site.
- ✓ Aucun Etablissement Recevant du Public ne se trouve à proximité du site.

Les principales activités industrielles à proximité du site sont :

- ✓ Au Sud du site, le centre de stockage « 3M » (ICPE à autorisation) ;
- ✓ Au Nord-Ouest, diverses activités automobiles (garage, lavage auto...).

L'aéroport de Montpellier Méditerranée est situé à environ 3,5 km à vol d'oiseau à l'Est du projet.

Le plan ci-après présente l'environnement infrastructurel du site.

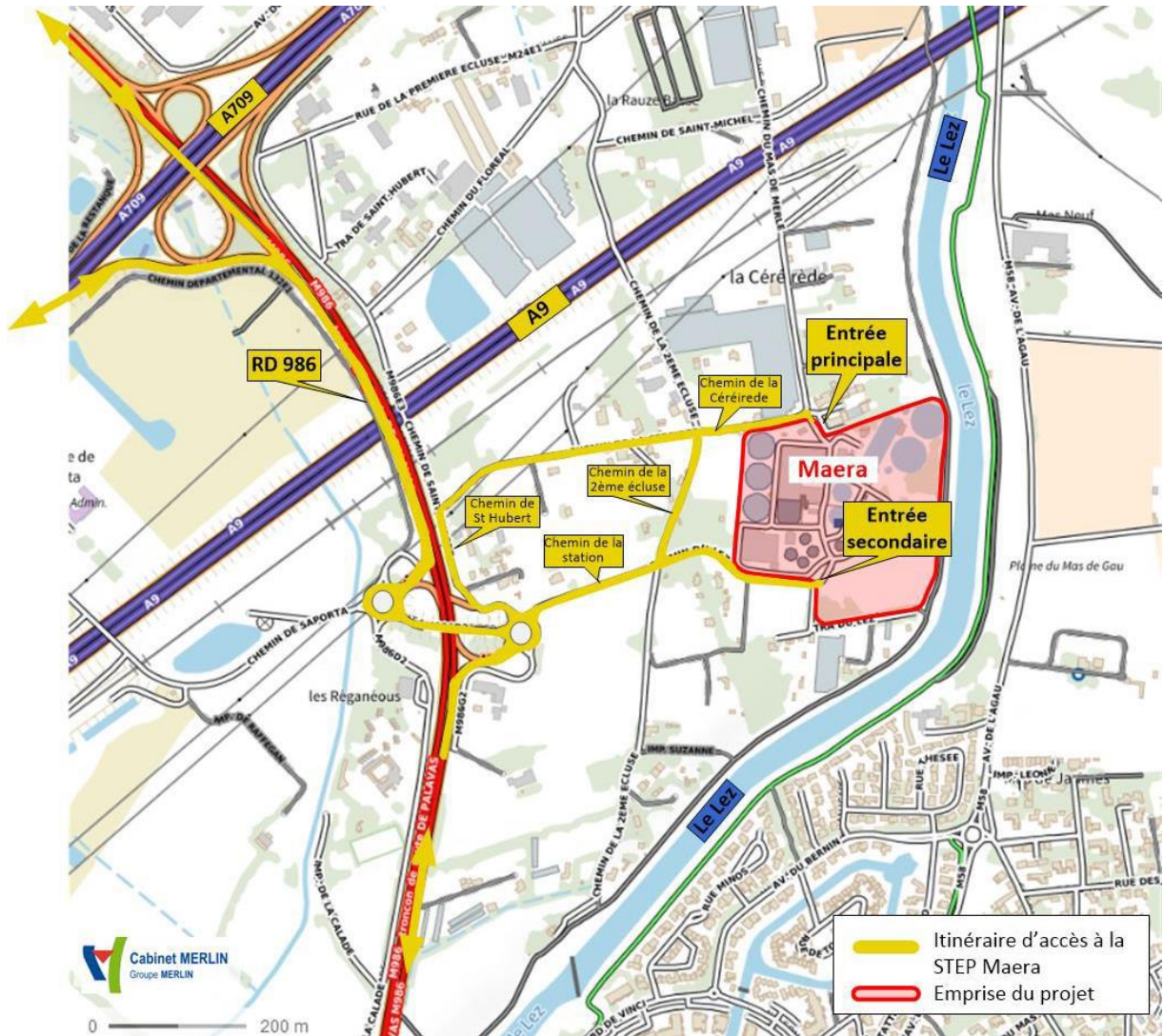


Figure n°12. Environnement infrastructural autour du site

Nota :

Il est projeté la construction d'une bretelle d'accès à la M986 ; cette voie longera une partie de la limite Sud du site. Le trafic sur cette future voie est estimée à 20 000 véhicules / jour.

La STEP accueillera des visiteurs. Le Bâtiment d'Exploitation (BATEX) et le circuit de visite seront classés ERP (capacité d'accueil maximale = 50 personnes).

La figure suivante présente le circuit de visite prévu.

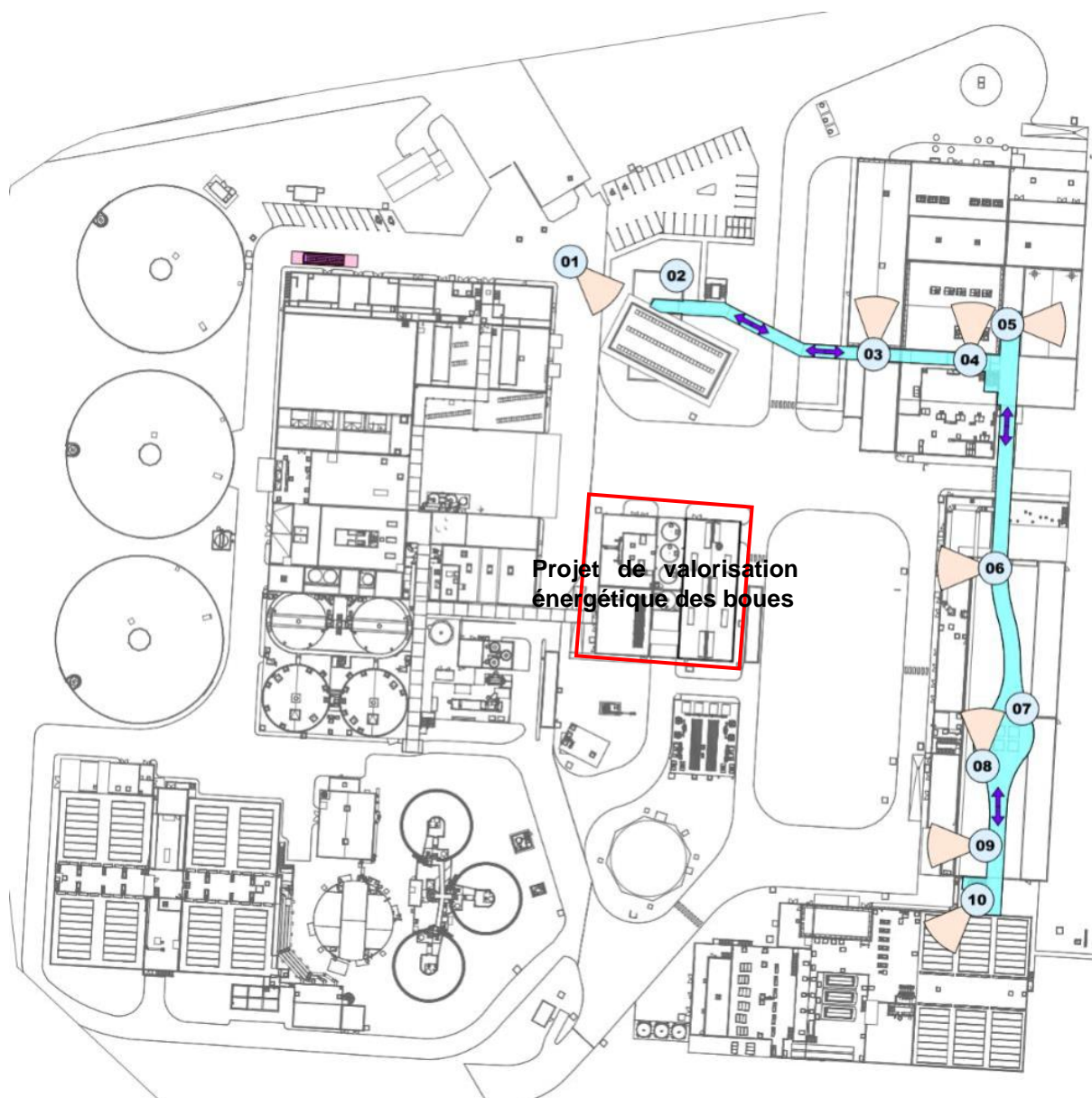


Figure n°13. Circuit de visite

B.2.3. Environnement naturel

La station de traitement des eaux usées Maera se situe sur la commune de Lattes, dans le département de l’Hérault, au Sud-Est de l’agglomération de Montpellier. La description détaillée de l’environnement naturel du site est faite dans la pièce D2 du présent dossier.

B.2.3.1. Topographie

Située sur le littoral lagunaire languedocien, la commune de Lattes possède une amplitude altimétrique très faible. Les plus hauts reliefs se situent au bois de Maurin (où on atteint 25 m) et sur la rive gauche de la Lironde (où on atteint 21 m au domaine de Couran). Cette configuration topographique conditionne fortement l’aménagement de la commune : écoulement gravitaire difficile, grande sensibilité aux risques d’inondation.

La station de traitement des eaux usées Maera est implantée dans une zone de topographie très plane (entre 5 et 10 m).

Le plan ci-dessous présente le relief de la commune de Lattes.

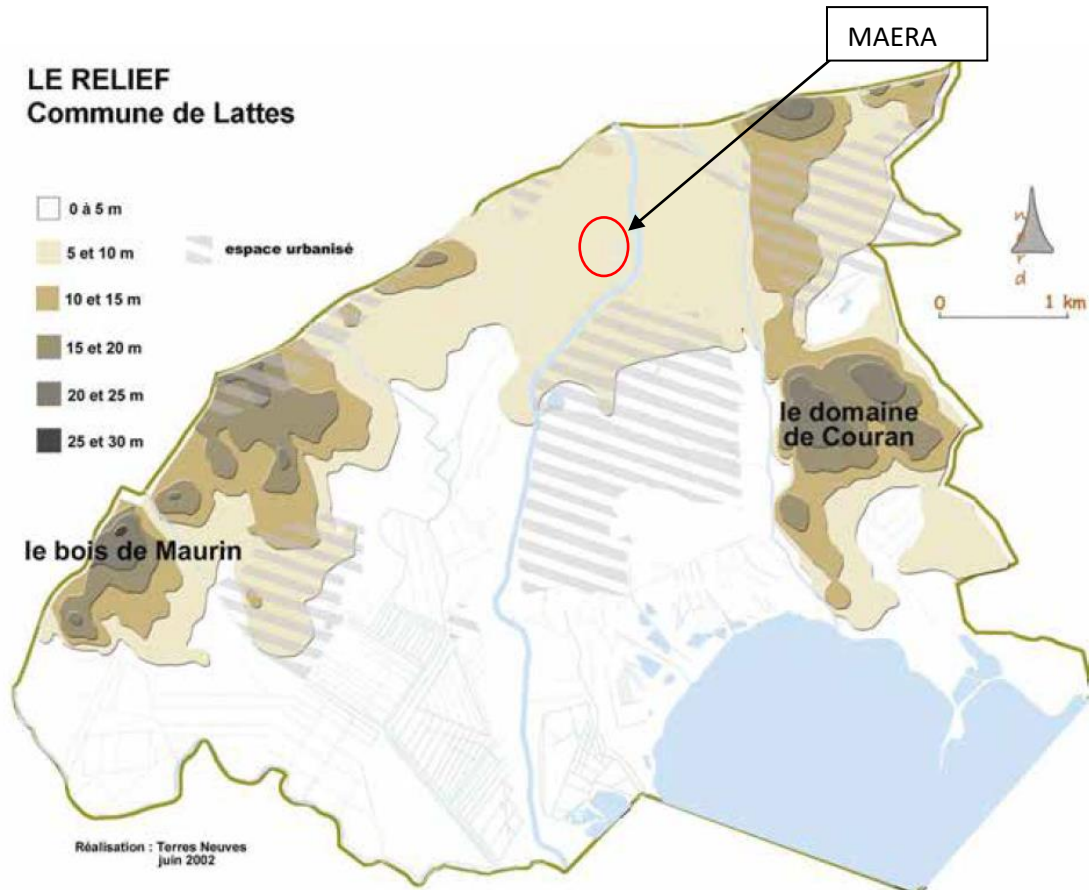


Figure n°14. Relief de la commune de Lattes (Source : PLU commune de Lattes)

B.2.3.2. Géologie - Hydrogéologie

Le territoire communal lattois s'inscrit dans la plaine alluviale du Lez entre Montpellier et les étangs palavasiens. Deux entités aux caractéristiques topographiques, géologiques et morphologiques distinctes se détachent: la plaine languedocienne et la zone d'étangs et de marais.

Le site de la station de traitement des eaux usées Maera est situé dans la zone de la plaine languedocienne. Cette zone est constituée de trois sous-ensembles morphologiques, séparés par de petites collines : la vallée de la Mosson au pied du massif Jurassique de la Gardiole, la vallée du Lez et la plaine de Mauguio.

Deux grandes entités hydrogéologiques peuvent être distinguées sur le territoire communal de Lattes, la rive droite du Lez et la plaine littorale.

Le site de la station de traitement des eaux usées Maera est situé dans la zone de la plaine du littorale. Les alluvions de la plaine du Lez correspondent à des limons, des vases argileuses, avec des lentilles gravo-sableuses en profondeur. La nappe alluvionnaire ne présente un intérêt que pour l'alimentation en eau par irrigation des habitations à proximité du cours d'eau.

B.2.3.3. Hydrographie

Le réseau hydrographique de la commune comporte de nombreux éléments : étang, marais, fleuve côtier, petits cours d'eau...

A l'Est du site coule le Lez. C'est un fleuve côtier prenant sa source au Nord de Montpellier constituant la limite Ouest de l'urbanisation de Lattes-centre. Sur ses rives s'étire un sentier permettant de relier Montpellier à la mer ; celui-ci ne semble toutefois pas être l'espace public majeur qu'il serait à même de constituer pour les Lattois et les Montpelliérains.

B.2.3.4. Climatologie

La description des paramètres du climat du site du projet a été réalisée à partir des données issues de la station de METEO FRANCE située à Montpellier aéroport, station météorologique présentant une bonne référence pour le site d'étude compte tenu de sa position géographique, son altitude.

✓ Températures

Le tableau ci-après indique les valeurs moyennes mensuelles des températures minimales et maximales observées sur la période de référence 1991 – 2020 à la station météorologique de Montpellier aéroport, représentative du secteur d'étude.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T° mini (°C)	3,3	3,5	6,4	9,2	12,9	16,7	19,3	19	15,2	12,2	7,4	4,1
T° maxi (°C)	12	13,1	16,4	18,7	22,6	26,9	29,5	29,3	25,2	20,7	15,7	12,5

Les durées d'ensoleillement sont comprises entre 137,4 heures en décembre et 344,8 heures en juillet.

✓ Précipitations

Les valeurs mensuelles des précipitations observées à la station météorologique de Montpellier aéroport sur la période de référence 1991 – 2020 sont indiquées ci-après. Le climat du secteur est marqué par une pluviométrie plus importante au printemps (avril-mai) et à l'automne (septembre-novembre).

Précipitations (en mm)	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	56,2	39,2	41,5	55,8	44	32,9	17,1	35,9	86,7	94,7	78,1	57,1	639,2

✓ Régimes de vent

Les observations de vents à la station de Montpellier aéroport sur la période 2000-2022 sont issues du site Internet www.windfinder.com.

On constate que les vents sont majoritairement de secteur Nord et Nord-Ouest dans une moindre mesure.

✓ Orages - foudre

L'intensité de l'activité orageuse est mesurée par le niveau kéraunique Nk (nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre) et la densité de foudroiement (Ng : nombre de coups par km² et par an ; Ng = Nk / 10).

Pour le département de l'Hérault, la densité de foudroiement moyenne est de 1,93 (source : météoorage.fr) et le Nk de 20.

B.2.3.5. Sismologie

Les communes sont réparties entre les cinq zones de sismicité, allant de 1 (= zone de sismicité très faible) à 5 (= zone de sismicité forte), définies à l'article R. 563-4 du Code de l'Environnement.

La répartition des communes selon ce zonage est précisée dans le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français (intégré au Code de l'Environnement – Article D. 563-8-1).

La carte de l'aléa sismique de la France est présentée ci-après.

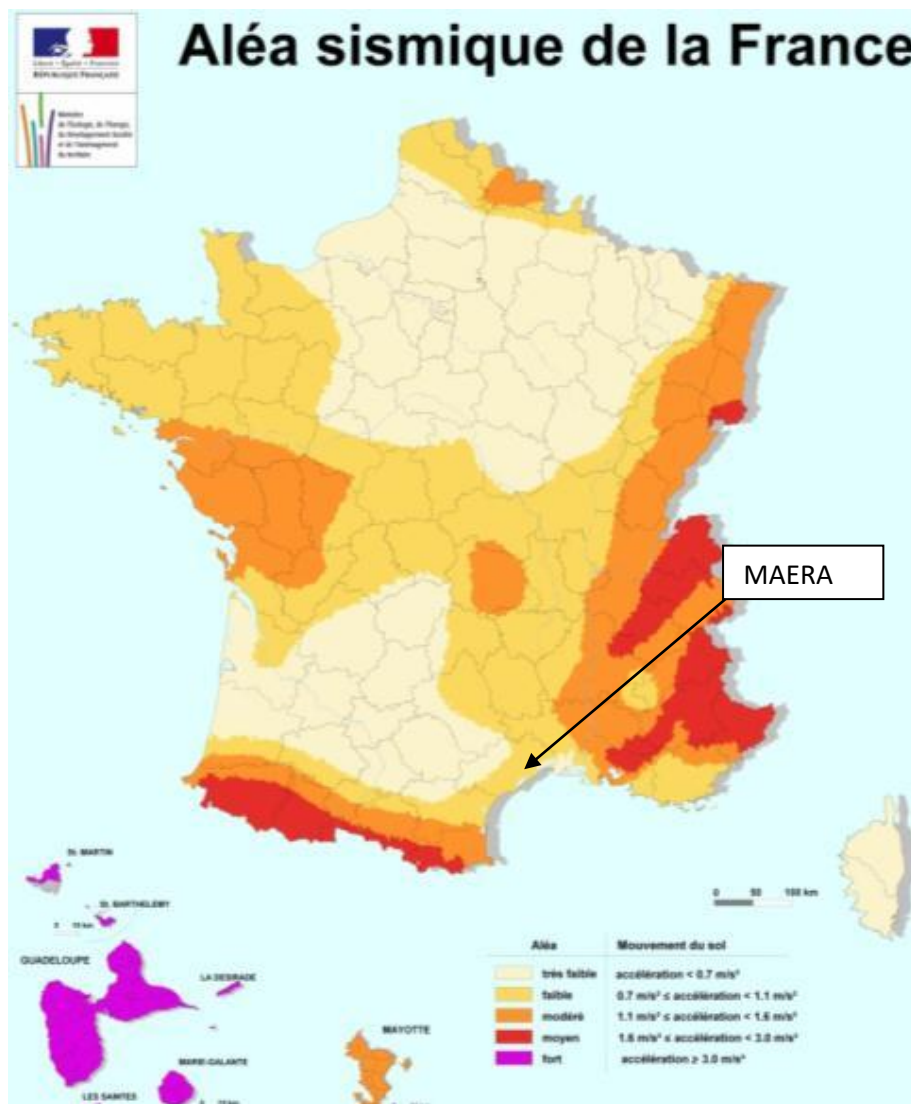


Figure n°15. Carte de l'aléa sismique en France

Selon ce zonage, la commune de Lattes est classée en zone de sismicité **faible**.

A titre informatif, d'après les données du BGRM (www.sisfrance.net), l'intensité sismique historique maximale ressentie sur la commune de Palavas Les-Flots à environ 9 km de celle de Lattes est de 4 (échelle MSK qui va de 1 à 7) ; séisme du 15 janvier 1887.

Le projet devra se conformer au respect des règles de construction parasismique applicables aux bâtiments « à risque normal », définies dans l'arrêté du 22 octobre 2010, qui repose sur les normes Eurocode 8.

B.2.3.6. Mouvement de terrain et retrait-gonflement d'argile

La commune de Lattes n'est pas concernée par un risque de mouvement de terrain répertorié.

D'après la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département, l'aire d'étude immédiate se situe en zone d'aléa faible.

B.2.3.7. Inondation

La commune de Lattes fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques inondation (PPRI). Le PPRI actuellement en vigueur sur le territoire lattois est appliqué par anticipation par arrêté préfectoral du 30 mai 2007.

Dans la situation actuelle des écoulements du Lez, le quartier de la Céreirède, zone dans laquelle est installée la station d'épuration, est une zone sensible de débordement prévisible du Lez (c'est-à-dire à des points bas des digues dans des secteurs où l'écoulement s'effectue à plein bord).

Le plan ci-après présente les zones exposées à l'aléa inondation de la commune de Lattes.

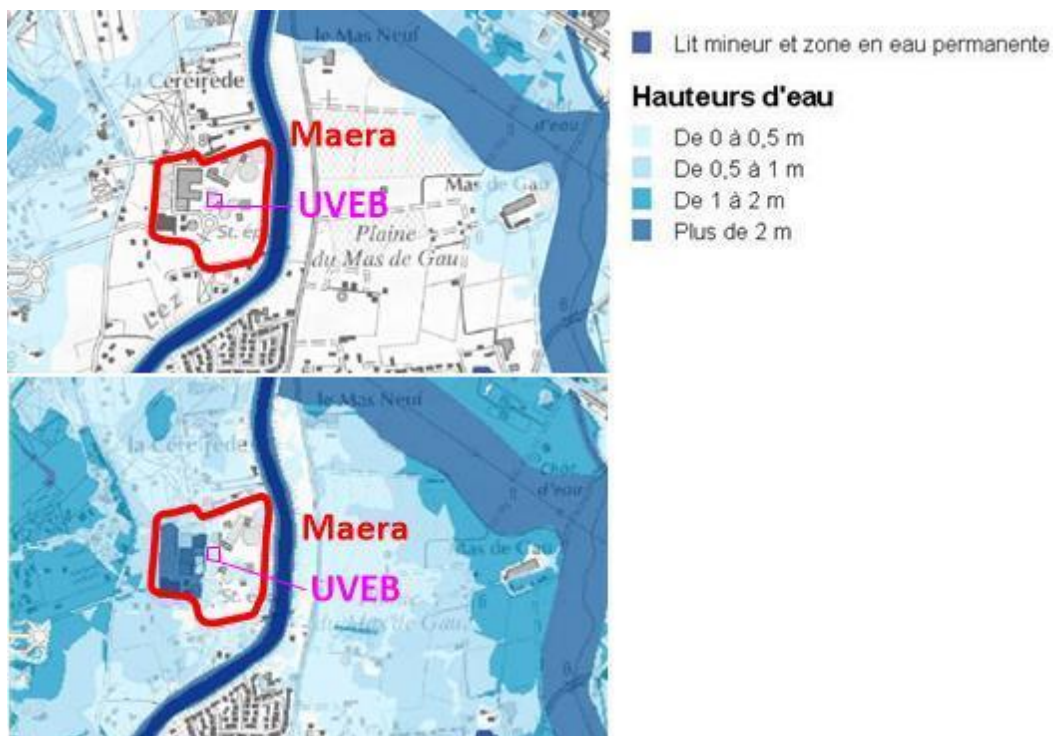


Figure n°16. Cartographie de la zone inondable par débordement de cours d'eau

C. ORGANISATION GENERALE EN MATIERE DE GESTION DE LA SECURITE

C.1. Dispositions générales organisationnelles

C.1.1. Recensement des substances ou préparations dangereuses – Gestion des incompatibilités

Un inventaire permanent des stocks est disponible permettant de connaître, à tout instant, la nature, les quantités et emplacements des produits stockés.

Les fiches de données de sécurité des produits stockés ou utilisés sur l'installation sont tenues à la disposition du personnel.

Les mesures techniques et organisationnelles prises permettent de garantir le respect des règles de compatibilité / incompatibilités des produits.

- ✓ Mesures techniques : Les produits sont stockés dans des cellules distinctes en fonction des dangers qu'ils présentent.
- ✓ Mesures organisationnelles : Les produits sont étiquetés ; le personnel est formé au risque chimique ; à l'entrée de chacune des cellules de stockage sont affichées les règles d'incompatibilité ainsi que les types de produits pouvant être stockés.

C.1.2. Organisation et formation

La responsabilité de la sécurité et de la surveillance du site incombe à l'exploitant.

La totalité du personnel exploitant est formé :

- ✓ au déclenchement de la procédure d'alerte des services extérieurs de secours et de lutte contre l'incendie ;
- ✓ aux risques biologiques.

Tous les agents du site sont habilités à l'utilisation de tous les types d'extincteurs. Une formation pratique est dispensée.

Les consignes particulières sur la conduite à tenir en cas d'incendie, de dégagement d'H₂S ou fuite de méthane, les plans d'évacuation, l'emplacement des extincteurs, ainsi que le numéro de téléphone permettant d'appeler les pompiers sont affichés. Ces informations sont consignées dans le plan d'urgence.

L'ensemble de ces mesures mises en œuvre actuellement sur le site seront renforcées dans le cadre de la construction de l'unité de valorisation énergétique.

Les besoins en matière de formation du personnel associée à la prévention des accidents sont identifiés. L'organisation de la formation ainsi que la définition et l'adéquation du contenu de cette formation feront l'objet d'un plan annuel.

Outre les programmes de formation déjà mis en place sur le site, un programme de formation spécifique sera réalisé avant mise en service de la nouvelle installation. Il comprend les modules suivants :

- ✓ Contraintes réglementaires ;
- ✓ Hygiène et sécurité ;
- ✓ Instrumentation et mesures ;
- ✓ Pilotage de l'injection de boues,
- ✓ Injection de biogaz et auto-combustibilité ;
- ✓ Suivi de la ligne vapeur ;
- ✓ Types de maintenance et de renouvellement ;
- ✓ Gestion de crise.

Des exercices seront organisés périodiquement en liaison avec les services de secours.

En outre, chaque nouvel embauché bénéficiera d'une sensibilisation aux risques (incendie notamment).

C.1.3. Plan de prévention pour les entreprises extérieures

Sur le site, toute entreprise extérieure intervenant pour des travaux est mise en garde des mesures à prendre pour éviter les risques :

- ✓ établissement d'un plan de prévention pour toute ouverture de chantier, réalisé par des entreprises extérieures conformément au décret n°92.158 du 20 février 1992 ;
- ✓ procédure de sécurité pour les entreprises extérieures travaillant dans l'enceinte du site qui précise les consignes générales préventives et les consignes d'alerte ;
- ✓ délivrance d'un permis de feu pour toute intervention d'entreprise devant travailler par point chaud (soudage, oxycoupage, meulage, perçage, polissage...). Il sera également signé par le demandeur et l'exécutant. Les précautions à prendre avant le début des travaux y seront consignées clairement : enlèvement des matières combustibles, vidange et nettoyage des équipements pour enlever les poussières combustibles, nettoyage des charpentes, pose de bâches, etc. De plus, le personnel technique sera chargé d'inspecter le chantier en début et fin de travaux ;
- ✓ des protocoles de sécurité seront signés avec tous les transporteurs habituels.

C.1.4. Entretien et maintenance des installations (périodicité des contrôles et maintenance) - travaux

Les personnels travaillant sur l'installation sont habilités.

Les opérations de maintenance et d'entretien, permettant de conserver un haut niveau de sécurité et de bon fonctionnement des installations, sont contractualisées auprès de prestataires habilités.

L'ensemble des contrôles réglementaires exigés est réalisé, tels que visite annuelle de contrôle des installations électriques, des lanterneaux de désenfumage, des extincteurs, des installations d'extinction automatique, etc.

En cas de travaux importants, notamment nécessitant l'usage de grue, une analyse des risques spécifique sera réalisée au préalable et des mesures adéquates seront mises en place.

Les principales actions de contrôle et de maintenance sont listées ci-dessous :

- ✓ Equipements sous pression : inspections périodiques et vérification tous les 3 ou 10 ans selon les installations par organisme extérieur :
 - vérifications périodiques tous les 2 à 4 ans (selon régime de fabrication),
 - requalification périodique tous les 6 à 12 ans.
- ✓ Électricité : 1 visite annuelle de contrôle des installations électriques (transformateur, postes TGBT, et alimentations électriques).
- ✓ Extincteurs : Visite de contrôle annuelle par un organisme extérieur.
- ✓ RIA : une vérification annuelle de bon fonctionnement par un organisme extérieur).
- ✓ Désenfumage : une vérification annuelle de bon fonctionnement (par organisme extérieur).
- ✓ Un poteau incendie : Vérification annuelle et contrôle de débit tous les 3 ans.

C.2. Dispositions générales techniques – mesures de sécurité

C.2.1. Contrôle des accès – Protection anti-intrusion

Pour limiter les risques d'intrusion et de malveillance, les mesures suivantes sont prises :

- ✓ terrain clôturé sur sa totalité ;
- ✓ fermeture quotidienne des portails ainsi que tous les accès aux bâtiments ;
- ✓ accueil et réception de toute personne extérieure au site.

En accord avec l'annexe 4 de l'arrêté du 10 mai 2000 reprise au § 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010, les risques liés à l'intrusion et à la malveillance ne sont pas retenus dans l'analyse des risques.

C.2.2. Mesures de prévention vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion

C.2.2.1. Inventaire des sources d'ignition

La prévention du risque d'incendie et d'explosion passe par la maîtrise et le traitement des sources d'ignition.

Les sources d'ignition possibles et les mesures de prévention qui sont prises sur le site sont identifiées dans le tableau ci-dessous :

Sources d'ignition possibles	Mesures de prévention prises sur le site
Foudre	Le site est soumis à l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées. Une Analyse de Risque Foudre (ARF) est disponible en annexe 1. Une étude technique sera réalisée et des dispositifs de protection contre la foudre seront mis en place et vérifiés périodiquement.
Travaux avec points chauds	Tous les travaux générateurs de points chauds sont soumis à permis de feu (consigne de sécurité).
Cigarettes, allumettes	Des contraintes très strictes sont prévues vis à vis des fumeurs avec une délimitation claire et bien identifiée des zones où il est autorisé de fumer. En dehors de ces zones, il est strictement interdit de fumer.
Étincelle électrostatique	L'ensemble des installations fixes du site seront reliées à la terre. Le port de vêtements et de chaussures anti-statiques est obligatoire dans les zones à risques d'explosion, définies par le zonage ATEX (définition à la charge du chef d'établissement). Le zonage ATEX sera mis à jour à chaque modification des installations conformément à la réglementation.
Incident d'origine électrique	Installations et matériels électriques seront conformes aux prescriptions de la norme NFC 15-100 « Installation électrique basse tension ». Installations seront contrôlées par un organisme extérieur une fois par an. Dans les zones à risques d'explosion (ATEX), utilisation de matériels antidéflagrants, à sécurité intrinsèque ou à sécurité augmentée.
Système de chauffage	Les bâtiments ne seront pas chauffés hormis les bureaux et locaux.
Imprudences, comportements dangereux	Formation du personnel et information / formation des intervenants extérieurs.

C.2.2.2. Mesures de détection, de protection et de limitation vis-à-vis du risque d'incendie

Un début d'incendie peut être maîtrisé rapidement :

- ✓ par une détection adaptée ;
- ✓ par des recoupements coupe-feu permettant de limiter l'extension du feu ;
- ✓ par une intervention rapide et efficace des secours.

DETECTION INCENDIE

Un système centralisé est mis en place, avec report d'alarme en salle de commande.

De plus, une détection incendie sera installée a minima pour les locaux suivants :

- ✓ Locaux électriques,
- ✓ Loges transformateurs.

Dans toutes les zones, des déclencheurs manuels (bris de glace) sont installés à proximité des circulations piétonnes.

ALARME

Il est prévu un signal sonore d'évacuation d'urgence (norme NFS 32001). Le personnel est formé à l'accompagnement des secours.

DESENFUMAGE

Un désenfumage sera prévu conformément aux règles en vigueur.

RECOUPEMENTS COUPE-FEU

Les mesures constructives suivantes sont prévues sur les bâtiments :

- ✓ Façades
 - Bâtiment Valorisation Energétique des Boues de 0 m à la toiture : charpente métallique + bardage simple peau ;
 - Bâtiment stockage Boues déshydratées et locaux techniques : Béton
- ✓ Local transformateur en béton coupe-feu 2 heures (« REI120 ») avec grille ouverte en façade ;
- ✓ Local BT/automatismes : Béton coupe-feu 1 heure (« REI60 ») ;
- ✓ Local HT : Béton coupe-feu 1 heure (« REI60 »), sauf façade côté transformateur coupe-feu 2 heures (« REI120 ») ;
- ✓ Obturation des passages de câbles avec des produits intumescents « M0 » (pas de mousse polyuréthane "traitée") et installation de clapets coupe-feu au niveau des passages de gaines/canalisation combustibles ;

Si une étanchéité combustible est prévue, elle correspondra aux critères du « Broof (t3) ».

MOYENS D'EXTINCTION ET D'INTERVENTION

❖ Extincteurs

Des extincteurs de différents types, de nature adaptée aux risques, seront répartis judicieusement dans l'enceinte de l'installation. Leur implantation sera conforme à la réglementation. Ils sont régulièrement contrôlés par une société agréée et remplacés si nécessaire.

❖ Poteau incendie

Des poteaux incendie existent sur le site.

Le § C.2.5 présente le calcul du besoin d'eau incendie et l'emplacement des bornes incendie.

❖ Moyens externes

En cas de sinistre, la caserne la plus proche sera appelée pour intervention. L'accès au site des services incendie est assuré 24 h sur 24.

Le centre de secours le plus proche est celui de Montpellier Marx Dormoy, Avenue Albert Einstein. Ce centre appartient à la Compagnie du Lez.

C.2.2.3. Mesures de détection, de protection et de limitation vis-à-vis du risque d'explosion

L'explosion se traduit par une expansion volumique intense et soudaine dont les effets sont les ondes de surpression et les projections éventuelles.

La maîtrise des risques d'explosion de gaz ou de vapeur dans l'atmosphère, nécessite :

- ✓ de minimiser les emplacements où peuvent apparaître des atmosphères explosives (tant en fréquence qu'en volume) ;
- ✓ de déterminer et classer ces emplacements pour éviter toutes sources d'allumage en particulier par le choix du matériel.

Les exigences de la directive européenne 1999/92/CE relative au risque d'explosion a été transcrites en droit français principalement par les décrets du 24 décembre 2002 et arrêté du 8 juillet 2003.

Les points clefs de cette réglementation sont :

- ✓ le zonage des emplacements à risque d'explosion ;
- ✓ l'audit d'adéquation des équipements en place ;
- ✓ l'élaboration du « Document Relatif à la Protection contre les Explosions » (DRPE) pour garantir la pérennité des mesures techniques et organisationnelles mises en place complétant le « Document Unique ».

Cette réglementation est applicable à l'ensemble du site. Le site actuellement exploité dispose d'un DRPE. Le zonage ATEX du site sera actualisé pour intégrer l'unité de valorisation énergétique des boues et transmis à l'inspection avant mise en service de l'installation. En zone ATEX, les équipements et affichages sont prévus conformément à la réglementation en vigueur.

Une explosion de gaz ou de vapeurs inflammables peut être évitée :

- par une détection adaptée ;
- par une ventilation des locaux adéquate ;
- par la limitation de la quantité de gaz ou de vapeurs dispersée.

Les locaux et zones à risque d'explosion de gaz sont équipés de détecteurs CH₄ (1^{er} seuil à 25% de la LIE, 2^{eme} seuil à 50% de la LIE). Sont concernés notamment les locaux / zones suivants :

- ✓ l'extraction d'air vicié des silos : en cas de détection de CH₄, la ventilation ATEX démarre automatiquement et rejette l'air vicié vers l'atmosphère pour éviter la propagation d'une zone ATEX.
- ✓ le hall de valorisation énergétique au plus près des points singuliers de la canalisation de biogaz : en cas de détection de CH₄ :
 - 1^{er} seuil à 25% LIE → Alarme sonore et visuelle ;
 - 2^{ème} seuil à 50% LIE → Fermeture des vannes automatiques à l'extérieur + arrêt de l'installation + arrêt de l'alimentation électrique (sauf celle de la centrale de détection gaz).

C.2.3. Mesures de prévention et de protection contre les risques liés aux opérations de manutention ou liés à la circulation interne

C.2.3.1. Causes possibles

En raison de la circulation de camions sur le site, il existe un risque d'accident (collision) entre deux véhicules ou entre un camion et un autre équipement.

C.2.3.2. Mesures de préventions

La limitation des risques d'accident liés aux opérations de manutention ou liés à la circulation sur le site en général passe par :

- ✓ la formation du personnel ;
- ✓ le respect des règles de conduite (vitesse, priorités, circulation sur les voies réservées, ...), une vitesse limitée à 20 km/h doit être respectée;
- ✓ le respect des règles de chargement – déchargement (utilisation des emplacements dédiés, manutention sécurisée,...).

Un plan de circulation des camions est mis en place sur le site.

C.2.3.3. Mesures de protection

Les stockages et les tuyauteries de biogaz sont protégés des éventuelles agressions de la circulation par des barrières physiques (muret, passage en caniveau,...).

C.2.4. Mesures de prévention et de protection vis-à-vis du risque de pollution des eaux et du sol

C.2.4.1. Causes possibles

Les causes possibles de pollution des eaux et du sol sont liées :

- ✓ à une fuite de produit au niveau d'une zone de stockage ;
- ✓ aux eaux de ruissellement sur les voies de circulation ;
- ✓ aux eaux d'extinction incendie ;

entraînant un épandage accidentel de produit dangereux dans l'environnement (via le réseau eaux pluviales) puis une pollution des eaux et sols.

C.2.4.2. Mesures de préventions ou de protection

Les mesures de prévention ou de protection prises sont :

- ✓ dépotage et stockage des produits chimiques sur rétention ;
- ✓ collecte des fuites et/ou épandage accidentels de produits, boues dans des regards raccordés aux postes toutes eaux.

Les mesures de prévention ou de protection prises sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Evénement redouté	Evénement élémentaire	Mesures de prévention ou de protection
Epandage accidentel de produit	Fuite produit au niveau des zones de stockage	Tous les produits chimiques utilisés dans l'installation seront installés sur des rétentions étanches. Toute fuite accidentelle de produit sera récupérée dans cette rétention.
	Fuite produit lors d'une opération de dépotage ou de manutention	Le sol des zones de dépotage et de manutention de produits courants (fioul, produits chimiques...) ne comportera pas de raccordement direct au réseau d'eau de voiries. Une cuve de rétention est associée à l'aire de dépotage. En cas d'épandage massif, les produits répandus seront collectés par des regards répartis au niveau de chaque zone de dépotage et de manutention puis seront transférées.
Eaux de ruissellement sur sols souillées (traces hydrocarbures, boues, ...)	-	Un réseau collectera les eaux pluviales de voiries. Ces eaux seront stockées dans les bassins gestion des eaux présents sur le site.

Evénement redouté	Evénement élémentaire	Mesures de prévention ou de protection
Eaux d'extinction incendie	-	Les eaux d'extinction incendie sont acheminées vers le bassin de rétention dit « bassin incendie » (bassin central) étanche, isolable par vannes, permettant de maintenir une éventuelle pollution, notamment en cas d'incendie (eaux d'extinction). Il reçoit toutes les eaux pluviales collectées sur la zone Est du site (partie extension).

C.2.5. Estimation des besoins en eau en cas d'incendie dans le bâtiment de valorisation énergétique

Méthode de calcul

En cas d'incendie dans les installations, le feu est attaqué par les services de secours, en utilisant les ressources en eau disponibles. En particulier, les pompiers doivent disposer sur place des ressources en eau calculées en fonction des caractéristiques du bâtiment de valorisation énergétique des boues déshydratées.

L'application de la D9 conduit à un débit de **60 m³/h**. Les caractéristiques du bâtiment permettant de respecter ce débit sont présentées au § C.2.2.2.

Le détail du calcul est sur la figure de la page suivante. Le hall de valorisation énergétique des boues déshydratées a été pris comme base de calcul car il présente la plus grande surface de référence.

Le besoin en eau de 60 m³/h doit être fourni sur deux heures, c'est-à-dire **120 m³**.

Conclusion

Conformément à la note de défense incendie du site, la nouvelle défense incendie extérieure de la station de Maera sera composée de 5 poteaux incendie à l'intérieur de l'usine, (3 existants + **2 à créer**) :

- ✓ 3 bornes incendie raccordées sur le réseau d'eau potable public (PI 227 + PI 278 + **BPI2 à créer**),
- ✓ 2 bornes incendie raccordées sur le réseau d'eau brute de BRL (PI277 + **BPI1 à créer**).

La défense incendie de la STEP de Maera est complétée via les 2 bornes PI 27 et PI127 existantes situées à l'extérieur du site.

Trois bornes incendie (2 existantes et 1 en projet) se trouvent à moins de 100 mètres de l'emplacement de la future unité de valorisation énergétique des boues et permettent de fournir un débit nominale unitaire de 60 m³/h pendant 2 heures et dont les prises de raccordement permettent au service incendie et de secours de s'alimenter sur ces appareils conformément à l'arrêté préfectoral N° DREAL/DMMC-34-202-002 du 14 avril 2020 (article 36.3 relative à la défense incendie).

Le volume de 120 m³ nécessaire pour la défense d'un incendie dans le hall de valorisation énergétique sera atteint par une des bornes incendie existantes sur le site de **60 m³/h pendant 2h => 120 m³**.

En tenant compte de l'ensemble de ces informations, le débit d'eau disponible sur le site permettra de couvrir celui nécessaire pour combattre un incendie dans le hall de valorisation énergétique des boues déshydratées.

Dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie - D9				
Edition 06.2020				
Incendie dans le hall de valorisation énergétique des boues déshydratées				
Critères	Coefficients	Coefficients retenus		Commentaires
		Activité	Stockage	
Hauteur de stockage ^{(1) (2) (3)}				
- Jusqu'à 3 m	0	0		Le bâtiment de valorisation énergétique correspond à une activité. Le coefficient retenu est donc 0 conformément à la D9.
- Jusqu'à 8 m	+0,1			
- Jusqu'à 12 m	+0,2			
- Jusqu'à 30 m	+0,5			
- Jusqu'à 40 m	+0,7			
- Au delà 40 m	+0,8			
Type de construction ⁽⁴⁾				
- Résistance mécanique de l'ossature ≥ R 60	-0,1	+0,1		Le bâtiment de valorisation énergétique est constitué de bardage métallique < 30 min
- Résistance mécanique de l'ossature ≥ R 30	0			
- Résistance mécanique de l'ossature < R 30	+0,1			
Matériaux aggravants ⁽⁵⁾				
Présence d'au moins un matériau aggravant	+0,1	0		La structure du bâtiment est composée de matériaux non combustibles et ne contient pas d'entrepôt de produits combustibles
Types d'interventions internes				
- Accueil 24h/24 (présence permanente à l'entrée)	-0,1	-0,1		L'exploitant dispose d'une procédure d'alerte (Fiche FA01) et d'un schéma organisationnel en périodes heures ouvrables (Fiche FA02) et hors heures ouvrables (Fiche FA03) pour permettre d'alerter et d'accueillir les secours externes sur le site.
- DAI (détection automatique incendie) généralisée reportée 24h/24 7j/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appel ⁽⁶⁾	-0,1			
- Service sécurité incendie ou équipe de seconde intervention avec moyens appropriés en mesure d'intervenir 24h/24 ⁽⁷⁾	-0,3			
Σ Coefficients		0	0	
1 + Σ Coefficients		+1,0	+1,0	
Surface de référence : S en m² ⁽⁸⁾		442		Le hall de valorisation énergétique est récupéré avec les autres locaux (stockage des boues, locaux électriques) par un mur en béton et à une surface de 442 m ² .
Qi = 30 x S x (1 + Σ coefficients) / 500 ⁽⁹⁾		26,532	0	
Catégorie de risque ⁽¹⁰⁾ (voir annexe 1 du document D9)		1		Fascicule S, l'incinération de déchets ménagers et assimilés est considéré comme un risque faible.
Risque faible 0	QRF = Qi x 0,5 (m3/h)	26,532	0	
Risque 1	Q1 = Qi x 1 (m3/h)			
Risque 2	Q2 = Qi x 1,5 (m3/h)			
Risque 3	Q3 = Qi x 2 (m3/h)			
Risque protégé par une installation d'extinction automatique à eau ⁽¹¹⁾ : QRF, Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2		oui	oui	
Débit calculé en m³/h	Qcalculé =	13,266	0	
Débit total calculé en m³/h ⁽¹²⁾	ΣQcalculé =	13,266		
Débit requis en m³/h ^{(13) (14) (15)} (multiple de 30 m ³ /h)	Qrequis =	60		

Figure n°17. Fiche de calcul D9

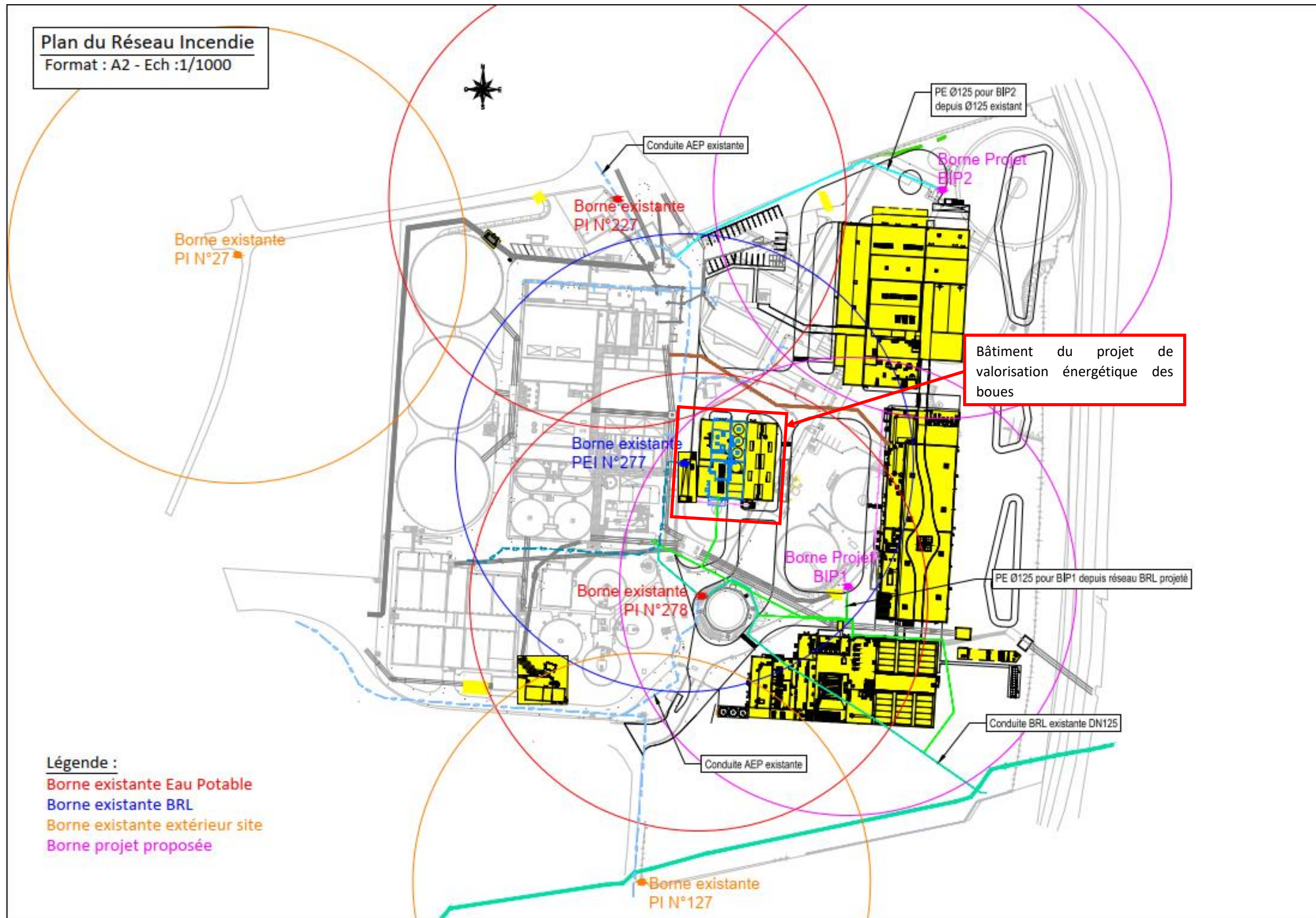


Figure n°18. Implantation des points d'eau incendie existants et à projet du site

C.2.5.1. Estimation du volume de la rétention des eaux d'extinction

Les eaux ayant servi à l'extinction d'un incendie sont chargées en suies et polluants éventuellement mélangés et sont à collecter pour être ensuite analysées avant décision du mode d'élimination.

Le volume à retenir sur pour les installations est calculé en l'application de la D9A, pour une durée d'incendie de 2h.

Méthode de calcul

Le calcul est le suivant (la fiche de calcul figure page suivante) :

$V_{\text{rétention}} = \text{Besoins en eau} * 2h + (\text{Surface imperméable rattachée à la rétention}) * 10 \text{ l/m}^2 + V_{\text{liquides}}$
dans le bâtiment en feu * 20%

La surface imperméable dont les eaux de pluies sont susceptibles de se retrouver dans la rétention est de 21 710 m².

Aucun produit liquide ne sera stocké dans le hall de valorisation énergétique. En effet, tous les réactifs seront stockés dans le bâtiment de stockage des boues déshydratées séparé du hall de valorisation énergétique par un mur en béton.

A noter que le hall de valorisation énergétique ne dispose pas de :

- ✓ Sprinkleur ;
- ✓ Rideau d'eau ;
- ✓ De système de mousse HF et MF ;
- ✓ De brouillard d'eau et autres systèmes.

Le volume à retenir est le suivant :

$V_{\text{rétention}} = (60 * 2) + (\text{surface imperméable dont les eaux de pluies sont susceptibles de se retrouver dans la rétention est de } 21\,710 * 0,01) + (\text{Volume des liquides stockés dans le hall de valorisation énergétique est de } 0 * 20\%) = \mathbf{337,1 \text{ m}^3}$

Conclusion

Le site de la station Maera dispose d'un bassin incendie de 462 m³ qui permet de recueillir les eaux d'extinction d'un incendie via le réseau d'eau pluviale.

Le volume total du bassin incendie existant sur le site est supérieur à celui nécessaire au stockage des eaux d'extinction d'un incendie dans le hall de valorisation énergétique des boues. Ainsi le milieu naturel n'est pas susceptible d'être pollué par les eaux d'extinction d'un incendie dans le nouveau bâtiment de valorisation énergétique des boues déshydratées.

Dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction - D9A Edition 06.2020			
Incendie dans le hall de valorisation énergétique des boues déshydratées			
Besoins pour la lutte extérieure		Résultat guide pratique D9 (besoins x 2 heures au minimum)	120 m ³
Moyens de lutte intérieur contre l'incendie	Sprinkleur	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maximale de fonctionnement	0 m ³
	Rideau d'eau	Besoins x 90 mn	0 m ³
	RIA	A négliger	0 m ³
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en général 15 -25 mn)	0 m ³
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0 m ³
	Volume d'eau liés aux intempéries	Drainage eau pluviale vers la rétention (10 l/m ²)	Surface drainée en m ² ? 21710
Présence stock de liquides	20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	Plus grand volume de produits liquides contenu dans un local associé à la rétention, en m ³ ? 0	0 m ³
Volume total de liquide à mettre en rétention			337,1 m ³

Figure n°19. Calcul D9 du volume de la rétention d'eau incendie

C.2.6. Mesures de prévention vis-à-vis de la défaillance des équipements

Les installations seront vérifiées et entretenues régulièrement en interne ou par des sociétés extérieures spécialisées, en particulier :

- ✓ contrôle réglementaire des équipements sous pression ;
- ✓ vérification, graissage et dépolluage des moteurs ;
- ✓ contrôle du bon fonctionnement des détecteurs incendie, explosimètres, pressostats, sondes de niveau, de température, des électrovannes... ;
- ✓ contrôle du bon état des installations (Pyrofluid™, analyseurs de fumées...) ;
- ✓ contrôle de l'étanchéité des ouvrages ;
- ✓ remplacement des pièces d'usure.

Les installations électriques sont contrôlées annuellement par une société spécialisée.

D. ACCIDENTOLOGIE – RETOUR D'EXPERIENCE

Dans ce paragraphe sont recensés et analysés les accidents survenus sur des installations similaires.

Rappelons que l'objectif de l'analyse de l'accidentologie n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les accidents ou incidents survenus, ni d'en tirer des données statistiques. Il s'agit, avant tout, de rechercher les types de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets et les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leurs conséquences.

D.1. Accidents survenus sur des installations similaires

D.1.1. Base accidentologie consultée

L'accidentologie relatée ci-après résulte de la consultation de la base ARIA du BARPI (Bureau d'Analyses des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Ecologie et du Développement durable – France).

La recherche sur la base BARPI a été faite sur les événements les plus récents (1er janvier 2000 au 18 mars 2023) avec les mots-clés :

- ✓ Boues déshydratées, digérées
- ✓ Incinération des boues déshydratées ;
- ✓ Tuyauterie de biogaz ;
- ✓ Bouteilles d'hydrogène ;
- ✓ Dépotage et stockage de fioul ;
- ✓ Dépotage et stockage de produits (ammoniaque, soude, acide sulfurique...).

Cette recherche a permis d'identifier les accidents suivants (au sens des phénomènes dangereux des études de dangers) :

- ✓ 12 accidents recensés concernent essentiellement des installations de séchage de boues et de stockage des boues séchées avec les risques d'auto-échauffements (incendie). Aucun accident ne concerne le stockage des boues déshydratées en silo ;
- ✓ 14 accidents concernent les installations de valorisation énergétique des boues (incinération des boues) dont 3 relatifs à celles des boues déshydratées (incendie et explosion) ;
- ✓ 8 accidents concernent les tuyauteries de transport de biogaz dans les stations d'épuration des eaux usées ;
- ✓ 17 accidents concernent les fuites de gaz sur les bouteilles d'hydrogène (incendie et explosion) ;
- ✓ 4 accidents concernent le dépotage et le stockage de fioul (incendie) ;

Nota :

Concernant le stockage des produits chimiques (ammoniaque, soude, acide sulfurique...), les accidents identifiés sont intervenus lors des opérations de dépotage. Ces accidents concernent le dégagement de gaz toxiques à la suite d'une erreur de mélange de deux produits incompatibles. Dans le cadre du projet, il n'y aura pas de dépotage de produits chimiques car ceux-ci seront stockés

en conteneur de type IBC ou en fût. Un récapitulatif d'accident sur ces produits chimiques n'est donc pas réalisé dans les paragraphes suivants.

Typologie des accidents :

Les accidents recensés sur les unités d'incinération (au sens large et unités de valorisation énergétique des boues déshydratées comprises) permettent de classer 3 types de phénomènes dangereux. Les incendies, les explosions ainsi que les réactions chimiques exothermiques.

Les accidents recensés sur les bouteilles d'hydrogène permettent de les classer en 2 types de phénomènes dangereux : les incendies et les explosions

Causes :

Les causes d'accidents sont généralement des fuites et accumulations des gaz explosif (biogaz, gaz naturel, CO, hydrogène).

D.1.2. Quelques exemples d'accidents survenus

Une liste (non exhaustive) de plusieurs accidents les plus représentatifs des installations étudiées est présentée ci-après afin de voir les principales mesures mises en œuvre sur le projet de construction de l'unité de valorisation énergétique des boues dans le but d'éviter que ce genre d'accidents se produise ou limiter leurs effets. Ces accidents ont été choisis car ils concernaient des installations similaires à celles étudiées dans le présent dossier, mais également car ils permettaient d'identifier les différents types de phénomènes dangereux pouvant se produire sur les installations.

D.1.2.1. Accidentologie sur les installations de stockage de boues digérées

La base ARIA du BARPI ne relate aucun accident impliquant des boues déshydratées sur des installations de stockage au sein de stations d'épuration des eaux urbaines. Les accidents recensés concernent le séchage et le stockage des boues séchées (départ de feu, explosion). Ce risque est écarté pour la station d'épuration Maera du fait de l'absence d'installations de séchage et stockage de boues séchées.

Les accidents recensés avec les mots-clés « boue, digérée, déshydratée » concernent les fuites de biogaz et des débordements de boues dans les digesteurs. Le phénomène de méthanisation, bien qu'étant improbable sur les silos de stockage de boues déshydratées de la station Maera (trop faible pouvoir méthanogène des boues déshydratées stockées), est possible si les boues sont stockées pendant de longue période, par exemple suite à un dysfonctionnement sur l'unité de valorisation énergétique.

Les silos de stockage de boues déshydratées de la station Maera sont couverts et ventilés. Une extraction mécanique et une détection CH₄ sur le ciel gazeux avec déclenchement d'une alarme permettent de prévenir toute accumulation dangereuse de biogaz dans les silos.

D.1.2.2. Accidentologie sur les installations de valorisation énergétique des boues

Recherche BARPI – Mots clés : incinération, boues	
Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p><u>N° 38141 - 23/04/2010 - FRANCE - 42 - LA FOUILLOUSE</u></p> <p><i>Collecte et traitement des eaux usées</i></p> <p>Dans un four d'incinération de boues de station d'épuration en redémarrage, une détonation se produit à 7h45 lors de sa montée en température.</p> <p>La partie post-combustion du four, vide au moment de l'incident, se décale de son logement et ne repose plus sur ses pieds, des conduites ont bougé et l'armoire d'alimentation du brûleur est arrachée. Un technicien déclenche l'arrêt d'urgence des 2 fours de la station et ferme la vanne générale d'arrivée de gaz. Un périmètre de sécurité est matérialisé. L'électricité n'est pas coupée pour garder les informations contenues dans les automates. La municipalité et l'inspection sont informées. L'inspection se rend sur place le 30 avril. A cette date il n'y a pas de causes déterminées à l'origine de la détonation. Des scellés sont posés et des expertises sont effectuées.</p> <p>Les boues contenues dans le silo d'alimentation et qui devaient être traitées dans le four seront analysées ; une surveillance particulière est mise en place en attente de l'échantillonnage pour éviter toute fermentation. Le reste sera composté sur un autre site.</p> <p>Le redémarrage des installations est conditionné à un rapport d'accident et à la mise en place des mesures correctives pour éviter un accident similaire. L'exploitant devra également remettre à jour l'étude de dangers de l'installation de valorisation des boues pour tenir compte de sa connexité avec une installation de méthanisation et de la proximité d'une autoroute.</p>	<p>✓ Prise en compte de la connexité des installations de méthanisation</p>

Recherche BARPI – Mots clés : incinération, boues	
Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p><u>ARIA 34973 - 31/07/2008 - 13 - ROGNAC 38.22</u></p> <p><i>Traitement et élimination des déchets dangereux</i></p> <p>Une violente explosion se produit vers 11h45 à l'intérieur de la chambre de post combustion d'un four d'une usine d'incinération de déchets industriels. L'installation en cause est composée d'un four, d'une chambre de post combustion et d'une chaudière. Ces trois éléments sont en liaison directe. Sous la violence de l'explosion les éléments de sécurité fonctionnent : ouverture des soupapes, déplacement de la face avant du four qui fait ainsi office d'évent. Cependant une trappe située en partie latérale de l'économiseur de la chaudière est arrachée et 3 ouvriers d'une entreprise extérieure sont brûlés dont un gravement. L'accident est dû au décrochage dans la chambre de post combustion d'un gros bloc de poussières porté à haute température. Celui-ci est tombé dans un garde d'eau entraînant son évaporation brutale et une importante montée en pression interne.</p>	<p>✓ Maintenance préventive des installations</p>
<p><u>N° 32441 - 05/11/2006 - FRANCE - 69 - PIERRE-BENITE</u></p> <p><i>Collecte et traitement des eaux usées</i></p> <p>Vers 12h20, un feu se déclare sur une des 2 lignes d'incinération des boues d'une station d'épuration des eaux usées. Les pompiers alertés maîtrisent le sinistre au moyen de 2 lances après 30 min d'intervention. Les locaux sont ventilés pour évacuer l'importante fumée dégagée. L'unité d'incinération des boues est stoppée pour une durée indéterminée, une des lignes ayant subi d'importants dommages qui la rendent inopérante. La réception des boues issues d'autres centres est donc interrompue mais le fonctionnement de l'unité de traitement des eaux n'est pas affecté. Une expertise devra déterminer les causes exactes de l'incendie ; selon les secours, un ventilateur pourrait être à l'origine de l'accident.</p>	<p>✓ Maintenance préventive des installations</p>
<p><u>N° 19443 - 03/12/2000 - FRANCE - 69 - PIERRE-BENITE</u></p> <p><i>Collecte et traitement des eaux usées</i></p> <p>Un feu se déclare dans le conduit d'évacuation des fumées d'un four d'incinération des boues d'une station d'épuration. Le sinistre serait dû à un défaut de ramonage ou à une surchauffe de l'installation.</p>	<p>✓ Maintenance préventive des installations</p>

Recherche BARPI – Mots clés : incinération, boues	
Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p>N° 23320 - 08/07/2002 - FRANCE - 29 - BRIEC</p> <p>Collecte des déchets non dangereux</p> <p>Un départ de feu suivi d'une explosion se produit sur le sécheur de boue d'une usine d'incinération d'ordures ménagères d'une capacité de 8 t/h. L'accident a lieu lors du redémarrage du sécheur de boues après le week-end. L'incendie est très rapidement maîtrisé en interne. Les dégâts sont minimes : on ne déplore aucun blessé, le personnel a cependant été très choqué. Dès lors, l'exploitant décide l'arrêt immédiat du sécheur et confie l'expertise de l'accident à un tiers expert afin de déterminer les causes et d'envisager les mesures compensatoires à mettre en œuvre pour éviter son renouvellement. Cet arrêt a eu comme conséquence directe, l'arrêt du traitement des boues de la station d'épuration voisine qui a dû rapidement trouver un autre site de traitement (transfert de 80 t de matière sèche chaque semaine). D'après le premier rapport d'expertise présenté le 22 octobre, l'hypothèse la plus probable est celle d'une explosion de gaz combustibles, principalement du monoxyde de carbone provenant d'une combustion lente de boues dans le sécheur à l'arrêt. L'hypothèse d'une explosion de poussières a pu dans le cas présent être écartée mais reste possible dans les conditions actuelles de fonctionnement du sécheur. Le rapport du tiers expert fait ressortir un certain nombre de préconisations concernant les mesures à mettre en œuvre afin de prévenir ce type d'accident (explosion de gaz ou de poussières) et leurs effets en considérant l'ensemble de l'installation de séchage des boues, au-delà du seul sécheur (contrôle de la concentration d'oxygène au niveau du mélangeur, du tambour sécheur et du cyclone, inertage de l'installation en cas de dysfonctionnement, d'arrêt et de démarrage de l'installation, mise en place d'une détection de CO en continu au niveau du cyclone qui doit être protégé contre l'explosion par un évent ou des surpresseurs, détecteur d'étincelles au niveau de la vis de refroidissement, à la sortie du broyeur, etc.). Au vu de ce rapport, l'Inspection propose que la remise en service de l'installation soit assujettie à la mise en œuvre des mesures compensatoires destinées à prévenir les risques d'explosion. Ces mesures sont à définir dans le cadre d'une étude de danger complémentaire.</p>	<p>✓ Contrôle de la combustion dans le Pyrofluid™ (taux d'O₂, CO...),</p>

D.1.2.3. Tuyauterie de biogaz

Recherche BARPI – Mots clés : tuyauterie, biogaz	
Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p>N° 34251 - 18/02/2008 - FRANCE - 94 - VALENTON</p> <p>Collecte et traitement des eaux usées</p> <p>Après déboîtement d'un manchon de raccordement sur une canalisation de biogaz au niveau du refoulement des compresseurs, une explosion se produit dans le local des compresseurs d'une station d'épuration des eaux usées provoque un feu torche à 11h40. L'alimentation en énergie est coupée, un périmètre de sécurité est mis en place et 2 employés, légèrement blessés et irrités par l'émanation des gaz, sont transportés à l'hôpital. Les pompiers éteignent l'incendie après 2 h d'intervention, puis effectuent des mesures d'explosimétrie.</p> <p>La salle des compresseurs est détruite et la chaufferie voisine abritant les 3 chaudières mixtes fonctionnant au biogaz est gravement endommagée. Les chaudières qui sont hors d'usage, sont cependant indispensables pour la digestion des boues (maintien à 37 °C des ouvrages). Grâce au maillage du réseau d'alimentation des usines de traitement de la région, les 2/3 des effluents habituellement traités par le site (soit 400 000 m³/j) sont dirigés vers 2 autres usines. Une chaudière provisoire de 3 MW (soumise à déclaration) et fonctionnant au fioul est mise en place pour traiter jusqu'à 200 000 m³/jour. Tout déversement d'eaux polluées en milieu naturel est ainsi évité. L'exploitant diffuse un communiqué de presse.</p> <p>L'une des chaudières de 4 MW est réhabilitée pour fonctionnement au gaz naturel dans un délai de 15 jours ; une tierce expertise est réalisée avant remise en service de l'installation et retour à un fonctionnement normal de l'usine (600 000 m³/j traités). La 2ème chaudière détruite par l'accident sera réhabilitée pour fonctionner au gaz naturel dans un délai de 6 à 8 semaines.</p> <p>Après analyse de l'accident, les recommandations suivantes sont émises et diffusées à l'ensemble du groupe industriel :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ les réseaux de biogaz doivent être conçus et construits selon la réglementation relative à la Directive des Equipements sous Pression ; en particulier, les canalisations doivent être soudées et raccordées par des brides et les manchons de raccordement sont à proscrire. ✓ il convient d'asservir l'arrêt des compresseurs à la mesure de la chute de pression dans la canalisation de biogaz au refoulement de ceux-ci. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tuyauterie de biogaz dans le hall valorisation énergétique en inox soudé. ✓ Capteurs de pression sur la tuyauterie biogaz permettant de détecter une basse de pression et entraînant la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur du bâtiment. ✓ Détecteurs CH₄ permettant sur détection la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur bâtiment.

Recherche BARPI – Mots clés : tuyauterie, biogaz

Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p><u>N° 49905 - 10/04/2017 - FRANCE - 78 - ACHERES</u></p> <p><i>Collecte et traitement des eaux usées</i></p> <p>Dans une station d'épuration, un agent détecte, lors d'un contrôle périodique semestriel, la présence de gaz au niveau des regards témoins. Cette présence indique une fuite de la canalisation de biogaz. Après aération du regard et fermeture de celui-ci, la mesure ne révèle plus de présence de gaz. Un contrôle révèle à nouveau du biogaz dans ce regard 10 jours plus tard. Une recherche de fuite est effectuée sur les regards liés et sur les conduites enterrées à proximité, avec l'intervention de sociétés de terrassement. D'autres valeurs anormales sont relevées. L'exploitant maintient ouvertes les chambres de tirage concernées par les fuites afin d'éviter l'accumulation de gaz et la formation d'une atmosphère explosive.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tuyauterie de biogaz dans le hall valorisation énergétique en inox soudé. ✓ Capteurs de pression sur la tuyauterie biogaz permettant de détecter une basse de pression et entraînant la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur du bâtiment. ✓ Détecteurs CH₄ permettant sur détection la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur bâtiment.
<p><u>N° 51673 - 04/06/2018 - FRANCE - 94 - VALENTON</u></p> <p><i>Collecte et traitement des eaux usées</i></p> <p>Lors de travaux dans une station d'épuration, le camion d'un sous-traitant roulant avec son bras de grue levé endommage vers 10 h un rack aérien contenant une canalisation de biogaz. Le rack et la conduite sont déformés, mais aucune fuite n'est constatée. Les employés ferment les vannes et torchent le biogaz excédentaire.</p> <p>L'exploitant installe une tour d'étalement pour soutenir le rack et étudie le flux de circulation dans la zone.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tuyauterie biogaz installée en hauteur dans le hall de valorisation énergétique hors des zones de circulation d'engins. ✓ Tuyauterie de biogaz dans le hall valorisation énergétique en inox soudé. ✓ Capteurs de pression sur la tuyauterie biogaz permettant de détecter une basse de pression et entraînant la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur du bâtiment. ✓ Détecteurs CH₄ permettant sur détection la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur bâtiment.

Recherche BARPI – Mots clés : tuyauterie, biogaz

Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p><u>N° 42731 - 27/01/2012 - FRANCE - 94 - VALENTON</u></p> <p><i>Collecte et traitement des eaux usées</i></p> <p>Lors de travaux de modernisation d'une station d'épuration intercommunale classée Seveso, un employé rapporte une grue mobile vers son parking après avoir déplacé une pompe. Le bras de l'engin, mis en position haute, heurte à 10h30 le portique supportant une tuyauterie aérienne de biogaz située à 5,9 m au-dessus de la voie de circulation. Sous le choc, le portique est arraché de ses plots en béton et s'affaisse. La tuyauterie se déforme, s'arrache sur plusieurs mètres de ses supports implantés le long de la voie mais ne rompt pas. L'employé descend de l'engin et actionne à 10h32 l'arrêt d'urgence qui déclenche la vanne de coupure de la tuyauterie et l'arrêt des compresseurs de biogaz reliés à la sphère de stockage par la tuyauterie accidentée. Cet arrêt brutal provoque une légère surpression dans le ciel gazeux des digesteurs de boues produisant le biogaz et l'ouverture de leurs soupapes de sécurité. Le personnel de conduite de l'unité « boues » déclenche le torchage du biogaz produit par les digesteurs, mais 250 m³ de biogaz (soit 0,2 t, gaz composé à 60 % de méthane inflammable) sont relâchés à l'atmosphère par les soupapes pendant le temps nécessaire au déclenchement du torchage par l'atteinte du niveau haut dans le gazomètre souple vers lequel 100 % du biogaz produit est orienté. Le POI est déclenché à 10h35 et le personnel évacue la station. L'inertage de la tuyauterie accidentée est lancé à 10h50, puis les tuyauteries de biogaz en amont des compresseurs et en aval de la sphère de stockage sont consignées au moyen de vannes cadenassées et de platines. Dans l'attente des réparations, le fonctionnement de la station continue mais le biogaz produit est directement brûlé à la torche sans être valorisé. Les dommages sont estimés à 150 kEuros.</p> <p>Le conducteur de la grue mobile avait levé le bras car, en position abaissée, il gênait la visibilité à droite et dans le rétroviseur, et l'avait placé en position très haute pour éviter que le moufle reste à hauteur d'homme (risque de blessure par balancement). De plus, l'indicateur de hauteur de l'engin ne donne que la hauteur du moufle et non la hauteur totale du bras, conduisant les conducteurs de l'engin à ne plus prêter attention à ce paramètre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tuyauterie biogaz installée en hauteur dans le hall de valorisation énergétique hors des zones de circulation d'engins. ✓ Tuyauterie de biogaz dans le hall valorisation énergétique en inox soudé. ✓ Capteurs de pression sur la tuyauterie biogaz permettant de détecter une basse de pression et entraînant la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur du bâtiment. ✓ Détecteurs CH₄ permettant sur détection la fermeture des deux vannes automatiques à l'extérieur bâtiment.

D.1.2.4. Accidentologie sur les bouteilles d'hydrogène

Recherche BARPI – Mots clés : bouteilles d'hydrogène	
Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p>N° 46047 - 12/11/2014 - FRANCE - 45 - DAMPIERRE-EN-BURLY</p> <p>Production d'électricité</p> <p>A 23h20, un cadre d'hydrogène est mis en service dans une centrale nucléaire, en dehors de la zone contrôlée. Ce cadre, comme 7 autres, se trouve dans un parc de stockage des bouteilles de gaz. Il est alimenté par plusieurs bouteilles d'hydrogène sous une pression de 200 bar. Lors de sa montée en pression, un bloc de purge du cadre est expulsé. De l'hydrogène fuit et s'enflamme. Le jet enflammé mesure 40 cm. Il est entrevenu puisque le circuit est ouvert. Surpris, un employé chute et se blesse légèrement au bras. Le PUI du site est déclenché.</p> <p>Le parc à gaz se situe à 20 m d'une ligne haute tension de 400 000 V. L'engagement de moyen hydraulique est donc impossible. Les pompiers ferment la vanne d'alimentation en hydrogène, ce qui arrête la fuite. L'alerte est levée à 2 h. Les deux cadres impactés par l'incendie sont retirés de l'exploitation.</p> <p>L'analyse montre que le bloc de purge était desserré et son filetage usé. Le frottement mécanique lors de l'expulsion a dégagé suffisamment d'énergie pour enflammer l'hydrogène. L'exploitant réalise des contrôles électrique et mécanique de l'ensemble des parcs à gaz du site. Il constate que 60 % des purgeurs présentent des défauts de serrage.</p> <p>L'exploitant prend les actions correctives suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ mise en place d'un contrôle périodique du serrage des purgeurs et de leur filetage ; ✓ révision des conditions d'accès au parc à gaz ; ✓ étude de modification des systèmes de purge des cadres à gaz inflammables et de protection contre l'auto-inflammation ; ✓ réflexion sur la procédure de recherche de fuite : étude de remplacement de la détection d'hydrogène via un explosimètre par l'utilisation d'air comprimé et la recherche de microbulles. <p>L'exploitant diffuse un retour d'expérience rapide aux autres centrales nucléaires. Ce document présente l'accident ainsi que les mesures de sécurité à prendre afin de l'éviter.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stockage des bouteilles d'hydrogène dans une zone dédiée située à l'extérieur du bâtiment de valorisation énergétique; ✓ Installation d'un détecteur d'hydrogène ; ✓ Contrôle périodique de l'installation.

Recherche BARPI – Mots clés : bouteilles d'hydrogène	
Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p><u>N° 55348 - 09/04/2020 - FRANCE - 18 - BELLEVILLE-SUR-LOIRE</u></p> <p><i>Production d'électricité</i></p> <p>Vers 15 h, une fuite enflammée se produit sur le détendeur d'une bouteille d'hydrogène alimentant le groupe turbo alternateur de la salle des machines d'une centrale nucléaire. Cette partie de la centrale se situe dans une zone non soumise aux risques liés aux rayonnements ionisants.</p> <p>Le cadre est constitué de 5 racks de 10 bouteilles d'hydrogène et de 2 racks de 10 bouteilles d'azote. Toutes les bouteilles sont de contenance de 50 l et comprimées à 200 bar. Un transformateur électrique de 400 000 V et plusieurs engins de chantier sont à proximité. Trois personnes sont blessées. L'une est prise en charge par l'infirmerie de la centrale, les deux autres sont transportées à l'hôpital. Les secours du site maîtrisent le sinistre. Les pompiers, appelés en renfort, permettent d'éteindre l'incendie. L'exploitation de la centrale nucléaire est maintenue.</p> <p>Le départ de feu est survenu à la suite d'une manipulation du cadre des bouteilles d'hydrogène ayant entraîné l'arrachage du flexible d'alimentation des installations industrielles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stockage des bouteilles d'hydrogène dans une zone dédiée située à l'extérieur du bâtiment de valorisation énergétique; ✓ Installation d'un détecteur d'hydrogène ; ✓ Contrôle périodique de l'installation.

D.1.2.5. Dépotage et stockage de fioul

Recherche BARPI – Mots clés : stockage de fioul	
Accidents recensés	Principales mesures de prévention/protection prévues sur les installations de Maera
<p>N° 4763 - 15/10/1993 - FRANCE - 03 - CUSSET Commerce de gros de combustibles et de produits annexes</p> <p>Un feu puis une explosion se produisent sur un camion-citerne (32 m³) en dépotage dans un dépôt de fioul domestique et gazole (3 cuves enterrées de 30 m³ et 3 cuves aériennes de 70 m³) à la suite d'une fuite de fioul à la jonction du flexible de dépotage au niveau de la pompe de transfert de la citerne. Des flammes de 10 m de haut sont observées, avec danger d'extension à un dépôt voisin de 35 000 m³. L'incendie est rapidement maîtrisé par 45 pompiers et 18 véhicules d'intervention. On dénombre 2 blessés. Des barrages de sable, l'épandage de produits absorbants et l'obstruction des égouts permettent de limiter la pollution des eaux, mais le sol poreux du dépôt est souillé par les hydrocarbures. Des opérations de nettoyage sont nécessaires. Quelques traces d'hydrocarbure sont aperçues dans la STEP de Vichy-Cusset, ainsi que dans le JOLAN, le SICHON et l'ALLIER. Lors des travaux de réhabilitation du site, 850 m³ de terre sont excavées et traitées par biodégradation in situ. Le montant de ces travaux est estimé à 3 000 000 de francs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrôle périodique des flexibles (Règlementation ADR) ; ✓ Formation des opérateurs de dépotage ; ✓ Procédure de dépotage.
<p>N° 18216 - 02/11/1987 - FRANCE - 01 - BELLEY Commerce de gros de combustibles et de produits annexes</p> <p>A la fin du dépotage d'une semi-remorque citerne dans un réservoir fixe aérien, le chauffeur dévisse le raccord du flexible à la pompe auxiliaire de la citerne routière. Le fioul domestique gicle et s'enflamme au contact du pot d'échappement du moteur thermique de la pompe. Le fioul s'écoule du flexible détruit en dehors de la cuvette de rétention et alimente l'incendie qui détruit l'ensemble routier et le réservoir fixe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Formation des opérateurs de dépotage ; ✓ Procédure de dépotage.

D.2. Synthèse

Les principaux accidents liés à l'incinération notamment des boues de STEP sont les fuites et accumulations de gaz combustibles pouvant notamment entraîner des explosions. Des mesures sont mises en place sur les équipements pour détecter une éventuelle fuite (détection CH₄, détecteur CO, détection de pression) et pour limiter les sources d'allumage (matériel ATEX, permis feu...).

Par ailleurs, les accidents ayant impliqué des bouteilles d'hydrogène sous pression recensés sont des fuites de raccords ou de flexibles pouvant entrainer des incendies et/ou des explosions. Des mesures sont mises en place notamment le stockage des deux bouteilles d'hydrogène dans une zone dédiée à accès limitée et l'installation d'un détecteur d'hydrogène avec alarme.

E. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

E.1. Dangers liés aux produits

E.1.1. Méthodologie

Les dangers liés aux produits dépendent de trois facteurs :

- ✓ de la nature du produit lui-même et de ses caractéristiques dangereuses d'un point de vue toxicité, inflammabilité, réactivité ;
- ✓ de la quantité de produit mise en jeu ;
- ✓ des conditions (pression, température) de stockage ou/et de mise en œuvre.

L'identification des dangers liés aux produits est réalisée via une analyse :

- ✓ des fiches de données de sécurité (FDS) ;
- ✓ de l'étiquetage des produits (mentions de dangers notamment) ;
- ✓ des données toxicologiques disponibles ;
- ✓ des incompatibilités ;
- ✓ des retours d'expérience ;
- ✓ ainsi que des conditions de stockage et mise en œuvre (conditions nominales et transitoires).

E.1.2. Rappel des produits et rubriques susceptibles d'être stockés

Les produits ou matières présentant des dangers, que l'on peut trouver au niveau des installations projetées sont les suivants :

- ✓ les boues déshydratées ;
- ✓ le biogaz issu de la digestion (utilisé pour le maintien en température du Pyrofluid™) ;
- ✓ l'hydrogène (stocké en bouteille) pour les analyseurs de fumée ;
- ✓ les réactifs chimiques (ammoniaque, charbon actif...)
- ✓ le fioul utilisé dans le Pyrofluid™.

E.1.3. Dangers liés aux boues déshydratées

Les boues digérées déshydratées sont stockées en silos ventilés. Ces boues présentent un risque d'incendie / explosion moindre. A notre connaissance, l'accidentologie ne relate pas d'accident de ce type sur des stockages de boues déshydratées (les accidents recensés concernent essentiellement des installations de séchage de boues et de stockage des boues séchées). En outre, la ventilation permet de maîtriser le risque de formation d'une ATEX.

E.1.4. Dangers liés au biogaz

Le biogaz est composé de méthane (CH₄), de dioxyde carbone (CO₂) et, en moindre proportion, d'eau (H₂O), d'azote (N₂) et d'hydrogène sulfuré (H₂S).

Sa composition varie selon les caractéristiques de la matière organique et les techniques utilisées.

L'INERIS, dans son rapport d'étude DRA 32 (« Etude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel »), a analysé différentes compositions de biogaz provenant d'installations de traitement des boues dans des stations d'épuration. La composition moyenne est la suivante :

- ✓ Méthane : 65% ;
- ✓ Dioxyde de carbone : 30% ;
- ✓ Azote : 2% ;
- ✓ Hydrogène : < 1% ;
- ✓ Hydrogène sulfuré : < 1% ;
- ✓ Eau ;
- ✓ Traces de composés aromatiques organo-halogénés.

Les dangers liés au biogaz sont l'incendie et l'explosion du fait de la présence de méthane.

Le biogaz présente également un risque toxique pour le personnel, du fait de la présence d'hydrogène sulfuré (H₂S). (La teneur H₂S du biogaz est très faible. Le biogaz utilisé au niveau du Pyrofluid™ aura préalablement subi un prétraitement par filtre pour éliminer l'H₂S. Un risque d'intoxication est possible pour les personnes qui se trouveraient au niveau de la fuite. Le risque devient nul au-delà de quelques mètres de la fuite, du fait de la dispersion atmosphérique du gaz.)

E.1.5. Dangers liés à l'hydrogène

L'hydrogène est un gaz très léger, extrêmement inflammable, non toxique mais peut provoquer l'asphyxie si, dans l'air, il prend la place de l'oxygène. C'est, en outre, un gaz très réactif :

- ✓ l'énergie minimale d'inflammation d'un mélange hydrogène/air est de 0,02 mJ, soit une valeur plus de dix fois inférieure à celle des hydrocarbures (0,28 mJ pour le méthane) ;
- ✓ la vitesse maximale (i.e. fondamentale) de flamme en combustion laminaire d'un mélange proche de la stœchiométrie est de 3,5 m/s, soit une valeur 7 fois supérieure à celle des hydrocarbures ;
- ✓ les caractéristiques d'une détonation d'un mélange hydrogène/air stœchiométrique dans la configuration idéale d'une propagation axiale du front de flamme (i.e. au sein d'un tube), correspondant aux caractéristiques Chapman-Jouguet (Baker et al., 1992) sont les suivantes : température du front de flamme 2680°C, vitesse du front de flamme 1 968 m/s, surpression maximale 14,8 bar.

Les dangers liés à l'hydrogène sont donc l'incendie et l'explosion.

E.1.6. Dangers liés aux produits chimiques / réactifs / fioul

Le fonctionnement de l'installation de valorisation énergétique entraîne la consommation et donc le stockage de plusieurs produits dangereux :

- ✓ Solution ammoniacale (24,5%) ;
- ✓ Soude (30%) ;
- ✓ Acide sulfurique (96%) ;
- ✓ Charbon actif ;
- ✓ Hydrex 1992 ;
- ✓ Hydrex 1904 ;
- ✓ Hydrex 1905 ;
- ✓ Bicarbonate de sodium ;
- ✓ Hydrogène ;
- ✓ Fioul.

Le site dispose actuellement notamment d'un stockage en cuves d'hypochlorite de sodium (javel 48°) pour le traitement de l'air et le traitement tertiaire. D'autres réactifs sont également présents sur le site notamment le peroxyde d'hydrogène (<50%), le chlorure ferrique, l'acide chlorhydrique, l'acide phosphorique, le charbon actif en grains, des polymères, THT, séquestrant.

Les produits chimiques sont corrosifs et/ou irritants et/ou nocifs.

En cas d'épandage, certains sont susceptibles de dégager des vapeurs toxiques (ammoniac NH₃ en cas d'épandage d'ammoniaque par exemple).

Certains d'entre eux présentent des incompatibilités chimiques avec des produits déjà existants sur le site (leur mise en contact peut générer une réaction exothermique avec dégagement de gaz inflammable et/ou toxique) :

- ✓ Hypochlorite de sodium (javel) + acide sulfurique ;
- ✓ Soude + acide sulfurique ;
- ✓ Solution ammoniacale + Hypochlorite de sodium (javel).

Ce risque est maîtrisé car les nouveaux produits qui seront utilisés dans l'installation de valorisation énergétique seront stockés en IBC. Il n'y aura pas de dépotage de ces produits sur le site.

Concernant le charbon actif, d'une manière générale, seules les poussières combustibles d'une taille inférieure à 0,5 mm peuvent générer une explosion et si leur concentration dans l'air est suffisante ; cette concentration est variable selon la nature de la poussière (55 g/m³ pour la cellulose et entre 55 à 65 g/m³ pour le charbon actif (source : INRS)).



Le charbon actif en poudre est susceptible de présenter un risque d'explosion en cas de formation d'un nuage de poussière explosible. ***Ce risque est maîtrisé car le charbon actif qui sera utilisé dans l'installation pour le traitement des fumées sera stocké en big-bag. Aussi, il est prévu la mise en place et le respect des procédures opératoires de remplacement du charbon actif afin d'éviter toute mise en suspension du produit.***

Dans le cadre de la nouvelle installation, il est prévu un stockage enterré de fioul pour le fonctionnement du Pyrofluid™ (au démarrage).



Le fioul domestique est un produit dangereux pour l'environnement, toxique par inhalation et cancérigène. C'est également un liquide inflammable (température d'auto-inflammation = 250°C) mais qui est assez difficile à allumer et ne génère pas de risque ATEX dans les conditions normales d'utilisation car son point éclair (> 55°C) est bien plus élevé que la température ambiante. **Le respect des prescriptions réglementaires garantit la maîtrise des risques.**



Les caractéristiques des principaux produits dangereux qui seront utilisées dans l'installation projetées sont présentées dans le tableau en page suivante.

E.1.7. Tableau récapitulatif des caractéristiques des produits utilisés

Nom du produit (CAS)	Quantité présente et conditionnement	Propriétés	Phrase(s) de risques	Mention de danger (CLP)	Principaux dangers	Recommandations pour le stockage
Liquide						
Fioul ¹ (68334-30-5)	Cuve de 10 m ³ (8,4 t)	Point de fusion : ND Point d'ébullition : 150 - 380 °C Densité (eau=1) : 0,83 - 0,88 Soluble dans l'eau : Non Point éclair : > 55 °C T° auto-inflammation : ≤ 250°C LIE: 0.5 % LSE: 5 %		H350/H332/ H361/H373/ H410	Le produit peut former des mélanges inflammables dans l'air quand il est chauffé au-dessus du point d'éclair.	Les matériaux recommandés pour les conteneurs ou revêtements de conteneur : acier doux, acier inoxydable. Polyéthylène haute densité (PEHD). Eviter les Oxydants forts. Acides forts. Bases fortes. (herbicides...). Halogènes.
Solution ammoniacale 24,5% (1336-21-6)	Conteneur type IBC de 3 m ³ (2,7 t)	Point de fusion : -77°C Point d'ébullition : 37,4 °C Densité (eau=1) : 0,89 Soluble dans l'eau : Oui Point éclair : ND T° auto-inflammation : 651 °C LIE: 16 % LSE: 25 %		H3302/H332/314/ H335/ H412	La solution ammoniacale est très volatile et peut dégager de l'ammoniac sous forme de gaz. Les vapeurs d'ammoniac, à des concentrations de 16 à 25 % en volume par poids dans l'air, sont inflammables, toxiques par inhalation et corrosives	Forme des composés explosifs avec l'hypochlorite de calcium, les agents de blanchissage, l'or, le mercure, l'argent, le chlore et autres halogènes. Le contact avec des agents oxydants peut provoquer des incendies et explosions. Corrosif pour le cuivre, le laiton, l'argent, le zinc et l'acier galvanisé.

¹ FDS du fioul ordinaire, Total

Nom du produit (CAS)	Quantité présente et conditionnement	Propriétés	Phrase(s) de risques	Mention de danger (CLP)	Principaux dangers	Recommandations pour le stockage
Acide sulfurique 96% (7664-93-9)	Conteneur type IBC de 2 m3 (3,7 t)	Point de fusion : env. -15 °C Point d'ébullition : 330°C Densité (eau=1) : 1,40 - 1,84 Soluble dans l'eau : Oui Point éclair : ND T° auto-inflammation : ND LIE: ND LSE: ND		H314	Dégage de l'hydrogène en présence de métaux. Risque d'explosion	Matériaux adéquats pour les conteneurs: plastique renforcé
Soude 30% (1310-73-2)	Conteneur type IBC de 2 m3 (3 t)	Point de fusion : 3 °C Point d'ébullition : 119 °C Densité (eau=1) : 1,32 - 1,34 Soluble dans l'eau : Oui Point éclair : ND T° auto-inflammation : ND LIE: ND LSE: ND		H290/ H314/ H318	-	Matière incompatible : Eau, Acides (la neutralisation est exothermique).
Gaz						

Nom du produit (CAS)	Quantité présente et conditionnement	Propriétés	Phrase(s) de risques	Mention de danger (CLP)	Principaux dangers	Recommandations pour le stockage
Biogaz ² (74-82-8)	-	Point de fusion : 182°C Point d'ébullition : 161°C Densité (air=1) : 0,6 Non miscible dans l'eau T° d'auto-inflammation : 537 °C LIE : 5 % LSE : 15 %		H220	Combustibilité (explosion) Nota : les limites d'inflammabilité du biogaz varient peu avec la teneur en CO2 Asphyxie par manque d'oxygène en milieu confiné	-
Hydrogène (1333-74-0)	2 bouteilles B50 soit un total de 100 litres	Point de fusion : -259.2°C Point d'ébullition : -252.9°C Densité (air=1) : 0.07 LIE : 4 % LSE : 75 %		H220 / H280 / 281	Gaz extrêmement inflammable / explosion	Endroit bien ventilé (de préférence en plein air). A l'écart des sources d'inflammation. Au-dessous de 50°C

² Les caractéristiques données dans le tableau sont celles du méthane. En effet, ces caractéristiques varient peu avec la proportion de CO2 présente dans le mélange.

E.2. Dangers liés aux installations / activités connexes / utilités

Le tableau ci-après récapitule les principaux dangers potentiels liés aux procédés et installations projetées.

Type de procédé et/ou installation	Principales caractéristiques	Dangers
Stockage des boues déshydratées	Risque lié au stockage de boues déshydratées (relargage de biogaz résiduel)	Explosion en confiné (VCE) : effets de surpression
Valorisation énergétique des boues	Risque lié à une fuite de biogaz sur la tuyauterie dans le hall de valorisation énergétique.	Explosion en confiné (VCE) : effets de surpression
Stockage d'hydrogène	Risque lié à une fuite sur une bouteille d'hydrogène ou le flexible de raccordement à l'analyseur	Explosion à l'air libre (UVCE) : effets thermiques et effets de surpression.

F. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

La réduction des potentiels de dangers à la source est axée sur quatre principes :

- ✓ Principe de substitution : substituer les produits dangereux en préférant des produits moins dangereux ayant les mêmes propriétés ;
- ✓ Principe d'intensification : minimiser les quantités de produits dangereux stockés ;
- ✓ Principe d'atténuation : définir les conditions opératoires les moins dangereuses possibles ;
- ✓ Principe de limitation des effets : conception des installations afin de se prémunir à la source des conséquences des événements redoutés.

F.1. Principe de substitution

Le biogaz est produit sur le site. L'utilisation du biogaz dans l'unité de valorisation énergétique est un meilleur compromis au gaz naturel. En effet, cette option permet de réduire le potentiel de dangers qui pourrait être généré par la canalisation de gaz naturel.

Le fioul est utilisé au démarrage du Pyrofluid™ et n'est pas substituable par un produit moins dangereux. La quantité stockée sur le site est aussi réduite.

L'hydrogène est utilisé pour le fonctionnement des analyseurs de fumée. Il n'est pas substituable.

Le biogaz est produit sur le site dans les installations dédiées à cet effet et est nécessaire au maintien en température pour la Valorisation Énergétique des Boues des boues dans le Pyrofluid™.

Le fioul, beaucoup moins dangereux que le biogaz à cause de son point d'éclair supérieur à 55°C, est nécessaire pour le démarrage du Pyrofluid™ de l'Unité de Valorisation Énergétique des Boues.

F.2. Principe d'intensification

Les quantités de produits dangereux sont imposées par le process de l'Unité de Valorisation Énergétique des Boues.

F.3. Principe d'atténuation – limitation des effets

Les équipements sont conçus de façon à minimiser les dangers et/ou limiter les effets des phénomènes dangereux qui pourraient se produire.

Leur implantation a été réfléchi de façon :

- ✓ à éviter que les tiers (personnes en dehors du site) soient exposés aux effets ;
- ✓ à éviter que les effets irréversibles en cas d'accident impactent le circuit de visite,
- ✓ à minimiser le risque d'effets domino entre les différents équipements.

Les principales mesures retenues garantissant les conditions opératoires les plus sûres sont :

- ✓ extraction du ciel gazeux des silos de stockage de boues déshydratées sur détection de gaz ;
- ✓ ventilation naturelle ou mécanique des zones confinées où du biogaz pourrait s'accumuler ;
- ✓ utilisation de matériels ATEX dans les zones où un risque de formation d'une atmosphère explosible est envisageable ;

- ✓ explosimètres (détecteurs CH₄) permettant de déceler la présence de gaz avant que la concentration explosible soit atteinte ;
- ✓ détecteurs incendie dans les locaux à risque ;
- ✓ stockage des produits chimiques dans des IBC afin d'éviter tout dépotage pouvant conduire à une erreur de mélange avec les produits incompatibles déjà existants sur le site.

G. EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES

G.1. Rappel de la démarche

Cette 3^{ème} étape de l'analyse des risques (après l'analyse de l'accidentologie et l'identification des dangers) s'articule en deux parties :

- 1- l'analyse des risques d'origine externe, liés à l'environnement naturel ou aux activités humaines à proximité du site, qui constituent des agresseurs potentiels pour les installations en projet. En fonction de leur intensité et des mesures prises, ces risques seront ou non retenus par la suite en tant qu'événement initiateur (ou cause) d'un événement redouté.
- 2- l'analyse des risques internes, propres aux installations, ou analyse des dérives. Il s'agit d'une analyse systématique des risques. Elle vise à :
 - ✓ lister tous les Evènements Redoutés Possibles ; pour les installations étudiées, les ERC type sont la perte de confinement ou la fuite de produit dangereux ou un départ de feu ;
 - ✓ identifier les causes (ou Evénements Initiateurs (EI)) et les conséquences (ou Phénomènes Dangereux (PhD)) de chacun des ERC envisagés ;
 - ✓ recenser les mesures de prévention, de détection et de protection ou limitation prévues ;
 - ✓ évaluer la gravité sur les tiers de chaque phénomène dangereux pour, in fine, identifier et retenir tous les phénomènes dangereux majeurs potentiels devant, de ce fait, être analysés et quantifiés dans le cadre de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR). Les phénomènes dangereux majeurs potentiels sont tous les PhD susceptibles de conduire, directement ou par effet-domino, à des effets sur l'homme (irréversibles ou létaux et irréversibles) en dehors du site, sans tenir compte des éventuelles mesures de protection existantes sauf si celles-ci sont des barrières passives.

Le produit de sortie de l'EPR est constitué de tableaux contenant a minima les colonnes suivantes :

- ✓ Evénements Redoutés (ou Evénements Redoutés Centraux) (ERC) ;
- ✓ Causes ou Evénements Initiateurs (EI) ;
- ✓ Conséquences / Phénomènes dangereux (PhD) ;
- ✓ Mesures de prévention ;
- ✓ Mesure de protection ou de limitation ;
- ✓ Gravité potentielle (évaluée en ne tenant compte que des éventuelles barrières passives) ;
- ✓ Commentaires ;
- ✓ Repère (= numéro de l'ERC utilisé dans la suite de l'EDD).

A ce stade de l'analyse des risques, une échelle binaire simplifiée est utilisée pour caractériser la gravité des PhD identifiés :

	Pas d'effets hors du site, ni sur circuit visiteur	Effets possible hors du site et/ou sur le circuit visiteur
Gravité	« Mineure »	« Grave »

Echelle de gravité simplifiée

Pour évaluer la gravité des PhD, il peut être nécessaire, lorsque le Groupe de Travail n'a pas de notion de l'étendue des effets (absence de modélisations antérieures notamment), de réaliser une modélisation du phénomène dangereux concerné.

G.2. Analyse des risques d'origine externe

G.2.1. Risques d'origine naturelle

Les facteurs de risque d'origine naturelle envisageables sont :

- ✓ les températures extrêmes ;
- ✓ la foudre ;
- ✓ les inondations ;
- ✓ la neige, les vents violents ;
- ✓ le séisme ;
- ✓ les mouvements de sol, glissements de terrain, chutes de pierres (hors séisme) ;
- ✓ les remontées de nappe ;
- ✓ les feux de forêts.

Les aléas correspondants sont caractérisés au § B.2.3.

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Températures extrêmes : Froid intense et/ou prolongé	Gel	Bouchage tuyauteries (réseau incendie en particulier)	Hivers doux du fait de la localisation géographique du site. → Risque faible	→ Risque non retenu
Températures extrêmes : Canicule Rayonnement solaire	Phénomènes de fermentation (méthanogénèse) des boues dans les silos	Production de biogaz dans les silos de boues déshydratées avec risque d'explosion en cas d'inflammation	Température pouvant être élevée l'été du fait de la localisation du site. → Risque fort	Temps de séjour des boues dans les silos limité à 3 jours maximum. Les boues sont préalablement digérées dans les digesteurs puis déshydratées avant d'être stockées dans les silos : teneur en humidité limitant ce risque. → Risque non retenu

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Foudre	Effets thermiques Effets électriques et magnétiques	Risque d'incendie / explosion Endommagement des matériels électriques et électroniques (systèmes de sécurité notamment)	Le risque de foudroiement est modéré (niveau 3 sur 5) selon Météorage → Risque modéré	Une analyse du risque foudre a été réalisée et les dispositifs de protection adaptés contre les effets directs et indirects de la foudre seront mis en place telles que définies dans l'Etude Technique Foudre. Mise à la terre de l'ensemble des équipements dimensionnée pour écouler les courants de foudre et équipotentialité entre les équipements. → Risque non retenu (le respect de la réglementation permet de ne pas retenir la foudre dans l'analyse des risques)

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Inondation	Dégradation des caractéristiques mécaniques du terrain Risque de dommages aux installations électriques	Affaissement de terrain et déstabilisation des supports des équipements Arrachement de tuyauteries Court-circuit Entraînement de produit	Le PPRNI de la commune de Lattes a été approuvé le 03/06/2013. Le zonage indique que le site est situé en «zone de précaution Rpd1». Les zones Rpd1 correspondent à des «secteurs inondables, protégés par les digues, ou les enjeux sont modérés. Ces zones sont non constructibles sauf pour l'extension mesurée de l'existant.» → Risque modéré à faible	Prise en compte du risque dans la conception des nouvelles installations. En cas de crue exceptionnelle prolongée, l'installation sera mise en sécurité → Risque non retenu
Vents violents	Soulèvement de toitures Chute d'ouvrages ou d'équipements	Risque de détérioration des installations Propagation d'un incendie	Sur la commune de Lattes, la vitesse de vent de référence est de 24 m/s (zone 1 de la norme NF EN 1991-1 qui compte 4 zones) → Risque faible	Prise en compte dans la conception dispositions constructives, ...). → Risque non retenu

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Séisme	Mise en vibration des équipements Liquéfaction du sol	Affaissements de terrain et déstabilisation des supports des équipements Arrachement de tuyauteries / électriques Dégradation des bâtiments et des installations Perte de confinement des équipements (ouverture de capacité) Risque de défaut de fonctionnement de certains équipements de sécurité	La commune de Lattes est située en zone de sismicité très faible (niveau 1 sur l'échelle d'aléa qui compte 5 niveaux). → Risque très faible	Prise en compte, à la conception des ouvrages neufs, des règles de construction parasismique applicables aux bâtiments « à risque normal », définies dans l'arrêté du 22 octobre 2010, qui reposent sur les normes Eurocode 8. → Risque non retenu (le respect de la réglementation permet de ne pas retenir le séisme dans l'analyse des risques au-delà du séisme de référence pris en compte dans la conception des installations)
Mouvement/glisement de terrain, chute de pierre (hors séisme)	Endommagement des installations	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	Le site n'est pas concerné par le site de mouvement/glisement de terrain (cf. § B.2.3.6) → Risque non retenu	Sans objet → Risque non retenu

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Remontée de nappe	Dégradation des caractéristiques mécaniques du terrain. Risque de dommages aux installations électriques	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie.	Le site se trouve sur des alluvions et est déjà remblayé en grande partie. Des problèmes de tassement et de sous-pression, dus à la variation de la nappe phréatique ont été relevés. → Risque faible	Diverses solutions peuvent être mises en œuvre pour pallier ces problèmes (ex. : surcharge dynamique en tête pour les tassements rapides ; préchargement du terrain pour les tassements lents ; réalisation d'ouvrages avec un poids à vide suffisant ou réalisation d'ancrages pour éviter les soulèvements...) → Risque non retenu
Feux de forêt	Propagation du feu au site et endommagement des installations	Risque de détérioration des installations pouvant engendrer une fuite de biogaz conduisant à une explosion, ou un incendie	→ Risque faible	Le site de la STEP est situé à l'écart de zones boisées. → Risque non retenu

G.2.2. Risques d'origine non naturelle

Les facteurs de risque externes d'origine non naturelle envisageables sont :

- ✓ les activités voisines ;
- ✓ la chute d'avion ;
- ✓ le transport de matières dangereuses en périphérie du site ;
- ✓ la malveillance.

Les aléas correspondants sont caractérisés au § B.2.2.

Justification de la non prise en compte des risques liés au transport de matières dangereuses sur la bretelle d'autoroute en projet :

Dans son rapport DRA34, l'INERIS donne la fréquence d'accidents de TMD :

- ✓ sur autoroutes urbaines = $0,917 \cdot 10^{-6}$ accidents / km.an ;
- ✓ sur routes = $1,52 \cdot 10^{-6}$ accidents / km.an.

La bretelle en projet concerne une bande de 150 m (inclut la voie déjà existante) le long du site de la STEP.

En retenant la valeur de probabilité la plus élevée (= sur route), la probabilité d'accidents de TMD au niveau du projet de bretelle est de $2,3 \cdot 10^{-7}$ /an.

Cette valeur est très faible. De plus, la circulaire du 10 mai 2010 propose de ne pas retenir, comme événement initiateur, les agressions engendrées par les flux de transports de matières dangereuses à proximité du site (cf. Partie 4 de la circulaire).

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Activités voisines	Effets domino (incendie, dommage aux installations) en cas d'accident majeur sur des activités voisines	Fuite de biogaz (explosion) Epanchage de matières / boues déshydratées / fioul (pollution)	Absence d'installations à risque à proximité du site. Cependant, des installations de méthanisation (digesteurs, gazomètres...) se trouvent à environ 50 mètres de l'emplacement de la fuite unité de valorisation énergétique des boues. → Risque modéré à faible	L'emplacement de la future unité de valorisation énergétique des boues a été étudié afin d'éviter tout effets dominos des autres installations du site. Les potentiels effets dominos sont étudiés au § G.3.3. → Risque non retenu
Chute d'avion	Ruine des installations	Fuite de biogaz (explosion) Epanchage de matières / boues déshydratées / fioul (pollution)	L'aéroport le plus proche (ville de Montpellier) est situé à environ 3,5 km à vol d'oiseau. → Risque non retenu par référence à la circulaire du 10/05/2010.	→ Risque non retenu

Origine	Nature du risque	Conséquences	Niveau de risque compte tenu de la zone d'implantation du projet	Traitement du risque
Accidents de la circulation sur les voies à proximité	Ruine des installations	Fuite de biogaz (explosion) Epanchage de matières / boues déshydratées / fioul (pollution)	Le site est situé à 400 m à l'Est de la Route Métropolitaine 986 mais une bretelle d'accès à cette voie est projetée. Cette bretelle longera une partie de la limite Sud du site. Les risques liés au transport de matières dangereuses au niveau de cette bretelle d'autoroute en projet ont été analysés (voir justifications précédentes) du fait de la proximité par rapport aux installations. → Risque non retenu	→ Risque non retenu
Intrusion – Malveillance	Variable	Explosion Incendie ...	→ Risque non retenu par référence à la circulaire du 10/05/2010 (site clôturé sur sa périphérie et accès fermés par des portails automatiques, présence de personnel aux heures ouvrées, locaux administratifs et techniques équipés d'alarme anti-intrusion)	→ Risque non retenu

G.3. Evaluation préliminaire des risques liés aux installations

La démarche d'évaluation préliminaire des risques a été présentée au § A.5.4.

Les installations sont divisées en sous-systèmes, par fonction.

Puis, pour chaque bloc fonctionnel ou sous-système, l'analyse des risques consiste à :

- ✓ définir les événements redoutés c'est-à-dire toutes les situations dangereuses susceptibles de survenir et d'avoir des effets sur l'environnement. D'une manière très générale, les événements redoutés concernent la libération de potentiel de dangers telle que la fuite de biogaz, ...
- ✓ déterminer les causes ou événements initiateurs (d'origine interne ou externe au système, y compris les effets dominos) et conséquences (phénomène dangereux et effets). Une pré-analyse des causes externes d'origine naturelle ou non naturelle est réalisée au paragraphe G.2. L'identification des conséquences consiste à décrire le phénomène dangereux (explosion, feu de nappe, ...) et les effets associés (surpression, flux thermiques, ...) en faisant abstraction des barrières de sécurité ;
- ✓ lister les barrières de prévention (réduisent la probabilité d'occurrence) et de protection, (limitent la gravité des conséquences) ;
- ✓ identifier tous les phénomènes dangereux majeurs potentiels, c'est-à-dire dont les effets irréversibles voire létaux sortent des limites du site, quelle que soit leur probabilité d'occurrence, et sans tenir compte des mesures de maîtrise techniques actives (telles que la détection de fuite et la fermeture de vannes par exemple).

Pour rappel, à ce stade de l'analyse la gravité est évaluée de façon qualitative, à partir du jugement d'expert. Dès lors que des effets irréversibles à l'extérieur du site sont présumés, quelle que soit le nombre de personnes exposées, le phénomène dangereux est retenu pour être étudié dans l'Analyse Détaillée des Risques menée ultérieurement.

La synthèse de l'analyse est présentée sous forme de tableaux qui permettent :

- ✓ d'apprécier qualitativement et quantitativement les risques présentés par l'installation ;
- ✓ de mettre en évidence les mesures de prévention, de protection et d'intervention prises ou prévues ;
- ✓ d'identifier et de hiérarchiser les scénarios et les risques résiduels.

La présentation comprend sept colonnes :

- ✓ Colonne 1 Repère (ce repère va permettre d'identifier un scénario et les données qui s'y rapportent (sécurité, cotation en terme de fréquence / gravité / cinétique))
- ✓ Colonne 2 Evènements redoutés
- ✓ Colonne 3 Causes (événements initiateurs)
- ✓ Colonne 4 Conséquences (phénomènes dangereux et effets)
- ✓ Colonne 5 Mesures de prévention et de protection
- ✓ Colonne 6 Gravité potentielle (évaluée en ne tenant compte que des éventuelles barrières passives)
- ✓ Colonne 7 Commentaires

G.3.1. Découpage fonctionnel

L'installation a été découpée en plusieurs unités fonctionnelles :

- A. Stockage des boues déshydratées ;
- B. Unité de Valorisation Énergétique des Boues (Pyrofluid™) ;
- C. Récupération et valorisation d'énergie,
- D. Utilités (réseau biogaz, fioul, hydrogène (2 bouteilles de 50 litres chacune), ammoniacque et autres réactifs utilisés).

G.3.2. Traitement des sources d'ignition

Un certain nombre d'événements initiateurs qui sont des sources d'ignition, et donc peuvent être à l'origine d'un départ de feu, sont difficilement quantifiables en terme de probabilité d'occurrence, notamment compte tenu du respect de la réglementation correspondante et de la mise en place des mesures adéquates. Ces événements initiateurs et les mesures prises ont été détaillés au § C.2.2.1.

Dans la suite de l'analyse, ces événements initiateurs seront regroupés en un seul, intitulé « Sources d'ignition » dont la fréquence sera évaluée au regard du retour d'expérience. Les mesures de prévention prises vis-à-vis de ces événements initiateurs seront également regroupées en une seule, intitulée « Mesures de maîtrise des sources d'ignition ».

G.3.3. Effets dominos internes liés aux installations existantes

Cette partie traite des effets dominos des installations existantes sur le site sur les ouvrages de l'unité de valorisation énergétique, objet de la présente étude de dangers.

Les effets dominos peuvent être liés aux effets thermiques ou aux effets de surpression engendrés par les phénomènes dangereux.

Les seuils d'effets dominos, définis par l'arrêté ministériel du 29/09/2005 sont :

- ✓ Pour les effets thermiques de longue durée (cas des incendies d'entrepôts) : 8 kW/m² ;
- ✓ Pour les effets de surpression : 200 mbar.

Le tableau suivant présente l'analyse des effets des phénomènes dangereux générés par les ouvrages existants sur le site sur les installations du projet.

Phénomènes dangereux (EDD Novembre 2022)	Distance au seuil des effets dominos (en m)		Commentaires
	Effets thermiques : 8 kW/m ²	Effets surpression : 200 mbar	
PhD1a – Explosion d'un digesteur en fonctionnement normal		13	Les installations ne sont pas atteintes. → Pas d'effets dominos
PhD1b – Explosion d'un digesteur vide		25	Les installations ne sont pas atteintes. → Pas d'effets dominos
PhD2 – Explosion de la bâche à boues digérées (ex gazostockeur réhabilité)		Non atteint	→ Pas d'effets dominos
PhD5 – Explosion du gazomètre		Non atteint	→ Pas d'effets dominos

En conclusion, les installations existantes sur le site (digesteurs, gazomètres) ne génèrent pas d'effets dominos sur celles projetées. En effet, le bâtiment de valorisation énergétique projeté se trouve à environ 50 mètres du gazomètre et du digesteur le plus proche, donc hors des zones d'effets dominos de surpression (seuil de 200 mbar).

G.3.4. Synthèse de l'analyse

Les tableaux d'analyse des risques sont présentés en pages suivantes.

G.3.5. Analyse des risques liés au stockage des boues déshydratées (unité fonctionnelle A)

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
A1	Accumulation de CH4 dans le silo + Présence d'une source d'allumage	Formation d'un nuage de CH4 dans le ciel gazeux du silo (émission naturelle de CH4 par les boues)	Explosion en milieu confiné (VCE) dans un silo entraînant des effets de surpression	Silos couverts, ventilés et désodorisés Extraction mécanique vers l'atmosphère et déclenchement d'une alarme en cas de détection CH ₄ Quantité de gaz présente au sein des silos de stockage limitée (boues digérées et déshydratées avant stockage). Mesures de maîtrise des sources d'ignition : ✓ Permis de feu ✓ Interdiction de fumer sur le site ✓ Protection foudre.	Potentiellement grave, à vérifier par la modélisation	Bien que peu probable (pas de retour d'expérience dans l'accidentologie sur le stockage de boues déshydratées (cf. § D.1.2.1)), le PhD d'explosion du ciel gazeux d'un silo est retenu : PhD1 : Explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées
A2	Accumulation de CH4 dans le bâtiment de stockage de boues déshydratées + Présence d'une source d'allumage	Perte d'intégrité du ciel gazeux des silos dans le bâtiment Epanchage de boues et émanation de CH4 à l'intérieur du local	Explosion en milieu confiné (VCE) dans le bâtiment de stockage de boues déshydratées entraînant des effets de surpression	Quantité de gaz présente au sein des silos de stockage limitée (boues digérées et déshydratées avant stockage). Mesures de maîtrise des sources d'ignition : ✓ Interdiction de fumer sur le site ✓ Permis de feu ✓ Protection foudre. Quantité de gaz présente au des silos de stockage limitée (boues digérées et déshydratées avant stockage). Mesures de maîtrise des sources d'ignition : ✓ Interdiction de fumer sur le site ✓ Permis de feu ✓ Protection foudre.	Mineure	Evènement non retenu compte tenu de la capacité des silos et du pouvoir méthanogène réduit des boues

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
A3	Départ de feu	Présence d'une source d'allumage	Incendie	Mesures de maîtrise des sources d'ignition Moyen d'intervention du site.	Mineure	Humidité des boues déshydratées défavorable à un incendie + pas de retour d'expérience ⇒ Pas de PhD retenu
A4	Perte de confinement / ruine d'un silo	Vieillesse (fragilité, fissure, corrosion...) Débordement Agression mécanique, choc (véhicule, chute de grue, ...)	Epanchage des matières / boues Pollution des sols et des eaux	Inspections visuelles régulières des installations. Existence d'un bassin de rétention à l'exutoire du réseau EP.	Mineure	Risque de pollution non retenu ⇒ Pas de PhD retenu

G.3.6. Analyse des risques liés à la valorisation énergétique des boues (unité fonctionnelle B)

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
B1	Perte de confinement (rupture ou brèche) sur la canalisation de biogaz dans le bâtiment + Présence d'une source d'allumage	Agression mécanique (choc d'un engin)	Explosion en milieu confiné (VCE) dans le bâtiment entraînant des effets de surpression	Détection de pression haute / basse biogaz (pressostat) entraînant l'arrêt des injecteurs Détection gaz asservie à une alarme et aux vannes automatiques de sectionnement gaz à sécurité positive à l'entrée du local Dispositif de coupure de gaz placé à l'extérieur du local (vanne manuelle + 2 vannes automatiques redondantes) Local peu résistant à la pression donc limitant l'accumulation de pression et, par conséquent, les effets en cas d'explosion. Ventilation naturelle ou mécanique dans le hall. Coupure de l'alimentation électrique sur détection CH ₄ . Utilisation de matériel ATEX dans les points singuliers avec les vannes, les brides sous hôte et détection CH ₄ Plan de prévention et permis spécifiques pour la réalisation de travaux (consignation / déconsignation). Ventilation naturelle du local Mesures de maîtrise des sources d'ignition : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Interdiction de fumer sur le site ✓ Permis de feu ✓ Protection foudre. 	Potentiellement grave, à vérifier par la modélisation	PhD retenu : PhD2 : Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
B1 (suite)	Perte de confinement (rupture ou brèche) sur la canalisation de biogaz dans le bâtiment + Présence d'une source d'allumage	Corrosion interne ou externe	Explosion en milieu confiné (VCE) dans le bâtiment entraînant des effets de surpression	Réseau de canalisation en inox soudé. Détection de pression haute / basse Biogaz (pressostat) entraînant l'arrêt des injecteurs Détection gaz asservie à une alarme et aux vannes automatiques de sectionnement gaz à sécurité positive à l'entrée du local Dispositif de coupure de gaz placé à l'extérieur du local (vanne manuelle + 2 vannes automatiques redondantes). Ventilation naturelle ou mécanique dans le hall. Local peu résistant à la pression donc limitant l'accumulation de pression et, par conséquent, les effets en cas de d'explosion Coupure de l'alimentation électrique sur détection CH ₄ Contrôles périodiques d'étanchéité des canalisations de biogaz (joints, brides, vannes). Mesures de maîtrise des sources d'ignition : ✓ Interdiction de fumer sur le site ✓ Permis de feu ✓ Protection foudre.	Potentiellement grave, à vérifier par la modélisation	PhD retenu : PhD2 : Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
B1 (suite)	Perte de confinement (rupture ou brèche) sur la canalisation de biogaz dans le bâtiment + Présence d'une source d'allumage	Perte d'étanchéité au niveau d'un raccord, d'un piquage ou d'un joint / Surpression (cause process)	Explosion en milieu confiné (VCE) dans le bâtiment entraînant des effets de surpression	Contrôles périodiques d'étanchéité des canalisations de biogaz (joints, brides, vannes). Réseau de canalisation en inox soudé (limitation du nombre de bride). Détection de pression haute / basse Biogaz (pressostat) entraînant l'arrêt des injecteurs Détection gaz asservie à une alarme et aux vannes automatiques de sectionnement gaz à sécurité positive à l'entrée du local Dispositif de coupure de gaz placé à l'extérieur du local (vanne manuelle + 2 vannes automatiques redondantes). Ventilation naturelle ou mécanique dans le hall. Mesures de maîtrise des sources d'ignition : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Interdiction de fumer sur le site ✓ Permis de feu ✓ Protection foudre. 	Potentiellement grave, à vérifier par la modélisation	PhD retenu : PhD2 : Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique
		Agression thermique		Coupure de l'alimentation électrique sur détection CH4 Utilisation de matériel ATEX au niveau des vannes, brides sous hôte et détection CH4 Mesures de maîtrise des sources d'ignition : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Interdiction de fumer sur le site ✓ Permis de feu ✓ Protection foudre. 		

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
B2	Formation / accumulation de gaz imbrûlés dans le Pyrofluid™ en fonctionnement	Défaillance des brûleurs, manque d'air de fluidisation (défaut d'une vanne, fuite d'air...) entraînant une mauvaise combustion	Explosion en milieu confiné (VCE) entraînant des effets de surpression	Détection de présence flamme (sonde optique interne au brûleur) -> arrêt de la séquence de fonctionnement du brûleur de maintien Détection CO sur la boîte à vent et au sommet Pyrofluid™. En cas de détection, un système d'extraction des gaz imbrûlés par balayage contrôlé est effectué avec démarrage de l'installation. Les injecteurs, installés dans le lit et dans la chambre de combustion, assurent le maintien en température du Pyrofluid™, si la température est inférieure à 850°C.	Potentiellement Grave (effet domino), à vérifier par la modélisation	PhD retenu : PhD3 : Explosion dans la chambre de combustion du Pyrofluid™. <i>(Moins dimensionnant que le PhD2, néanmoins modélisé pour analyser les effets dominos.)</i>

G.3.7. Analyse des risques liés à la récupération et valorisation d'énergie (unité fonctionnelle C)

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
C1	Perte de confinement sur la boucle vapeur	Surpression (fermeture de la vanne)	Explosion du ballon entraînant des effets de surpression	Soupape de sécurité sur la boucle vapeur. Equipement soumis ESP et contrôlé selon des standards et normes en vigueur. Formation des opérateurs à la conduite de la boucle vapeur.	Mineure	Evènement non retenu compte tenu des mesures de prévention/protection mises en place.
		Agression mécanique (choc d'un engin)		Plan de prévention et permis spécifiques pour la réalisation de travaux (plans de consignation / déconsignation).		
		Corrosion interne et externe		Inspection périodique des équipements de la boucle vapeur selon des exigences ESP. Requalification tous les 10 des équipements ESP.		

G.3.8. Analyse des risques liés aux utilités (unité fonctionnelle D)

Repère	Evènement redouté	Causes (événements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
D1	Perte de confinement lors du dépotage de fioul et formation d'une nappe + Présence d'une source d'allumage	Rupture du flexible de dépotage (usure)	Feu de nappe (incendie) sur l'aire de dépotage	Flexible respectant la réglementation ADR (contrôle et entretien). Dépotage gravitaire vers la cuve. Cuve de rétention camion enterrée.	Mineure	Evènement non retenu compte tenu des mesures de prévention et des caractéristiques physico-chimiques du fioul (point d'éclair supérieur à 50°C)
		Déconnexion du raccord lors du dépotage (erreur humaine)		Opérateur de dépotage formé et habilité. Cuve de rétention camion enterrée.		
		Débordement de la cuve lors du remplissage		Capteur de niveau sur la cuve de fioul. Cuve de rétention camion enterrée.		
D2	Perte de confinement de la cuve de fioul (cuve enterrée)	Corrosion interne et externe	Déversement de fioul dans le sol entraînant une pollution	Contrôle périodique de l'intégrité de la cuve. Cuve enterrée double peau avec détection de fuite.	Mineure	Risque de pollution non retenu ⇒ Pas de PhD retenu
		Agression mécanique (engin lors de travaux)		Plan de prévention et permis spécifiques pour la réalisation de travaux (plans de consignation / déconsignation, recherche de réseaux...).		
D3	Fuite d'hydrogène d'une bouteille dans la loge de stockage + Présence d'une source d'allumage	Défaillance du robinet (raccords de bouteilles ou de la bride de raccord)	Inflammation à l'air libre : ⇒ Explosion retardée (UVCE / flash-fire) ⇒ Feu torche ou jet enflammé en cas d'allumage immédiat)	Minimisation du risque d'allumage par l'utilisation de matériel ATEX Protection du stockage pour éviter la chute des bouteilles Zone réservée au stockage d'H ₂ Éclairage ou matériel ATEX dans cette zone Détection H ₂ au niveau du raccord vers l'analyseur sectionnant l'alimentation en H ₂ Sécurisation de la ventilation dans l'armoire de l'analyseur avec sectionnement de l'alimentation en cas de défaut ventilation	Potentiellement grave, à vérifier par la modélisation	PhD retenu : PhD4 : Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles
		Agression mécanique (engin lors de travaux)				

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
D4	Éclatement d'une bouteille d'hydrogène (2 bouteilles B50 sont entreposées en façade Nord du bâtiment ; elles sont utilisées pour l'analyse des fumées issues de l'incinération)	Agression thermique (Montée en température et en pression dans une bouteille résultant du jet enflammé de l'autre bouteille (effets dominos))	Eclatement de la bouteille (effets de surpression)	Minimisation du risque d'allumage par l'utilisation de matériel ATEX. Stockage des bouteilles dans une zone protégée à l'abri des travaux par point chaud (Zone réservée au stockage d'H ₂) Protection du stockage pour éviter la chute des bouteilles Éclairage ou matériel ATEX dans cette zone Détection H ₂ au niveau du raccord vers l'analyseur sectionnant l'alimentation en H ₂ Pas de stockage de produits combustibles à proximité des bouteilles.	Potentiellement grave, à vérifier par la modélisation	PhD retenu : PhD5 : Éclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles
D5	Mélange incompatible de l'ammoniaque (24,5%) avec la javel	Erreur humaine lors du stockage / dépotage	Dégagement de nuage toxique (chloramine)	Le stockage d'ammoniaque est réalisé en conteneur IBC (pas de dépotage sur le site). Conteneur IBC posé sur rétention dédiée.	Mineure	Le risque de mélange incompatible est improbable du fait qu'il n'est pas réalisé de dépotage d'ammoniaque sur le site. → PhD non retenu.
D6	Mélange incompatible d'acide sulfurique (96%) avec la javel	Erreur humaine lors du stockage / dépotage	Dégagement de nuage toxique (diclore)	Le stockage d'acide sulfurique est réalisé en conteneur IBC (pas de dépotage sur le site). Conteneur IBC posé sur rétention dédiée.	Mineure	Le risque de mélange incompatible est improbable du fait qu'il n'est pas réalisé de dépotage d'ammoniaque sur le site. → PhD non retenu.
D7	Mélange incompatible d'acide sulfurique (96%) avec la soude	Erreur humaine lors du stockage / dépotage	Emanations toxiques	Les stockages de soude et d'acide sulfurique sont réalisés en conteneurs IBC (pas de dépotage sur le site). Conteneurs IBC posés sur rétentions dédiées à chaque produit.	Mineure	Le risque de mélange incompatible est improbable du fait qu'il n'est pas réalisé de dépotage d'ammoniaque sur le site. → PhD non retenu.

Repère	Evènement redouté	Causes (évènements initiateurs)	Conséquences (phénomènes dangereux et effets)	Mesures de prévention et de protection	Gravité potentielle	Commentaire
D8	Perte d'alimentation en électricité	Coupure sur le réseau	Sans conséquence	Plusieurs groupes électrogènes de secours pour assurer le fonctionnement des installations de la station d'épuration et des équipements de sécurité. Fermeture automatique des électrovannes biogaz.	Mineure	Pas de PhD retenu.

H. MODELISATION DES EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX

H.1. Rappel des phénomènes dangereux retenus

Pour mémoire, lors de l'APR sont retenus tous les phénomènes dangereux pour lesquels des effets irréversibles voire létaux à l'extérieur du site sont présumés, quelle que soit le nombre de personnes exposées, et quelle que soit leur probabilité d'occurrence.

Ces PhD sont ensuite modélisés afin de vérifier si leurs effets impactent effectivement des tiers, c'est-à-dire s'il s'agit de PhD majeurs devant faire l'objet d'une évaluation quantitative (gravité, probabilité) et s'il y a lieu d'une étude de réduction des risques (recherche et mise en place de mesures de réduction du risque visant à atteindre un niveau de risque acceptable au regard de la matrice de criticité et le plus faible possible).

Les modélisations sont réalisées en l'absence de barrières actives ou en considérant que les barrières actives ne fonctionnent pas.

L'APR a permis d'identifier 5 phénomènes dangereux (PhD) dont les distances d'effets doivent être modélisées afin de vérifier si elles sont susceptibles ou non d'impacter des tiers :

- ✓ PhD1 : Explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées (effets de surpression) ;
- ✓ PhD2 : Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique suite à une fuite de biogaz (effets de surpression) ;
- ✓ PhD3 : Explosion de la chambre de combustion du Pyrofluid™ (effets de surpression) ;
- ✓ PhD4 : Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles (effets thermiques et de surpression) :
 - PhD4a : inflammation retardée conduisant à l'explosion du nuage d'hydrogène formé (flash-fire et UVCE) (effets thermiques et de surpression) ;
 - PhD4b : inflammation immédiate conduisant à un jet enflammé (effets thermiques) ;
- ✓ PhD5 : Eclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage.

La modélisation de l'intensité des effets de ces PhD fait l'objet des § H.5 à A.1.

H.2. Justification des phénomènes dangereux non retenus

Dispersion d'H₂S en cas de fuite de biogaz liée à la rupture de la tuyauterie :

La dispersion d'H₂S toxique en cas de fuite de biogaz liée à la rupture de la tuyauterie d'alimentation du n'est pas retenue car la teneur en H₂S dans le biogaz est faible. Le biogaz utilisé au niveau de du Pyrofluid™ aura préalablement subi un prétraitement par filtre pour éliminer l'H₂S. Dans ces conditions, l'étendue des effets toxiques serait limitée autour de la fuite (quelques mètres (usuellement inférieure à 1 à 2 m)).

Explosion du bâtiment de stockage de boues déshydratées suite à une fuite de biogaz des silos

L'explosion du bâtiment de digestion des boues déshydratées n'est pas retenue car les boues stockées dans les silos ont un trop faible pouvoir méthanogène pour produire suffisamment de biogaz pour remplir le bâtiment.

Incendie / explosion suite à une rupture de tuyauterie enterrée de biogaz

L'inflammation de biogaz suite à la rupture d'une tuyauterie enterrée n'est pas retenue car ce scénario ne peut se produire qu'en cas de travaux nécessitant une excavation. Or les travaux de ce type sont encadrés par des procédures strictes avec analyse préalable des risques.

Explosion d'un équipement de la boucle vapeur:

L'explosion interne d'un équipement de la boucle vapeur n'est pas retenue car les effets sont couverts par l'explosion du local qui est le PhD retenu et étudié.

Incendie du local de valorisation énergétique et dispersion de fumées toxiques :

L'incendie du local de valorisation énergétique et la dispersion de fumées toxiques ne sont pas retenus car la structure du bâtiment n'est pas constituée de matériaux combustibles (cf. § C.2.2.2). Les produits stockés dans le bâtiment de stockage des boues déshydratées (ammoniaque, soude, acide sulfurique...) ne sont pas combustibles et ne peuvent pas conduire à une dispersion de fumées toxiques.

H.3. Evaluation de l'intensité des effets – Détermination des zones d'effets

Sont rappelés, dans les tableaux ci-dessous, les valeurs des seuils définis dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations soumises à autorisation.

Les effets létaux correspondent à la survenue de décès. Les effets irréversibles correspondent à la persistance dans le temps d'une atteinte lésionnelle ou fonctionnelle, directement consécutive à l'exposition.

H.3.1. Seuils des effets thermiques

	Valeurs	Commentaires
Effets sur l'homme	3 kW/m ² ou 600 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine ».
	5 kW/m ² ou 1 000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement.
	8 kW/m ² ou 1 800 (kW/m ²) ^{4/3} .s	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement
Effets sur les structures	5 kW/m ²	Seuil des destructions de vitres significatives.
	8 kW/m ²	Seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures (risque de propagation du feu aux matériaux combustibles exposés de façon prolongé).
	16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
	20 kW/m ²	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton.
	200 kW/m ²	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

Nota : Les valeurs en kW/m² sont considérées pour les flux rayonnés en continu (durée supérieure à 2 minutes). Les valeurs en (kW/m²)^{4/3}.s sont des doses, à considérer pour les flux rayonnés durant une durée inférieure à 2 minutes.

Pour les effets thermiques liés au flash-fire (inflammation d'un nuage de gaz en milieu non confiné), les seuils d'effets sont :

	Valeurs	Commentaires
Effets sur l'homme	1,1 x distance à la LIE	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine ». SEI
	distance à la LIE	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » SPEL
	distance à la LIE	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » SELS

H.3.2. Seuil des effets de surpressions

	Valeurs	Commentaires
Effets sur l'homme	20 mbar	Seuil des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme.
	50 mbar	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine ».
	140 mbar	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement.
	200 mbar	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement
Effets sur les structures	20 mbar	Seuil des destructions significatives de vitres.
	50 mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures.
	140 mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures.
	200 mbar	Seuil des effets domino.
	300 mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures.

Nota :

- ✓ Le seuil des 20 mbar correspond au bris de vitres n'est pas contraignant.
- ✓ Le seuil de 200 mbar est le seuil à partir duquel on peut craindre la rupture des équipements industriels et, par suite, un sur-accident c'est-à-dire un effet domino.

H.3.3. Caractérisation de la cible

Pour déterminer les distances d'effets, la cible est prise à 1,5 m de hauteur (= hauteur moyenne d'un homme).

Pour rappel, l'étude de dangers s'intéresse aux effets sur les personnes tierces, en dehors du périmètre du site).

H.3.4. Caractéristiques pour le biogaz utilisé dans l'incinérateur

Pour les modélisations, le biogaz est assimilé à du méthane pur. Ce choix ne modifie pas les distances d'effets d'une explosion. En effet, quelle que soit le % de méthane dans le biogaz, la violence d'explosion et le domaine d'inflammabilité restent inchangés (la LIE reste à peu près constante avec cependant une légère augmentation de la LSE lorsque la teneur en CH₄ augmente).

Les valeurs de LIE et LSE du méthane sont :

- ✓ LIE = 5%
- ✓ LSE = 15%
- ✓ Rapport de capacité calorifique : 1,3

L'énergie du mélange air + méthane à la stœchiométrie est de 3,23 MJ/m³ de mélange.

H.3.5. Caractéristiques pour l'hydrogène

- ✓ LIE = 4%
- ✓ LSE = 75%
- ✓ Rapport de capacité calorifique : 1,4
- ✓ Énergie de combustion stœchiométrique air-hydrogène = 3,01 MJ/m³ de mélange.

H.3.6. Logiciel et outils de calcul utilisés

Pour modéliser la dispersion atmosphérique d'un rejet de biogaz ou de biométhane, le logiciel PHAST (DNV) (version 8.22) est employé.

Le paramétrage de PHAST est fait conformément au « Guide de bonnes pratiques pour l'utilisation du logiciel PHAST à l'usage des industriels de l'industrie chimique » – UIC – DT 102 – Septembre 2012.

Pour modéliser les autres phénomènes dangereux, les outils utilisés sont essentiellement des feuilles de calcul reprenant les modèles reconnus, en vigueur.

H.3.7. Détermination du débit et de la vitesse du rejet à la brèche

Pour une rupture de tuyauterie de biogaz, le débit à la brèche est pris égal au débit maximal de biogaz dans la tuyauterie (donnée process) (compresseur ou pompe en amont de la brèche).

La longueur de la tuyauterie (lieu de la brèche) est prise de 1 m de façon conservative.

Nota : La longueur de la tuyauterie est un paramètre influant dans le cas des liquides du fait des pertes de charge générées. Dans le cas des gaz ou de vapeurs, elle n'impacte que très peu le débit à la brèche.

La phase de décompression de la tuyauterie (régime transitoire au moment de la rupture), dans le cas d'un gaz (donc d'un fluide compressible), est très brève (de l'ordre de la seconde) pour les

tuyauteries d'usine, de faible longueur comparées aux canalisations de transport. La probabilité d'avoir une inflammation du nuage pendant cette phase est donc très improbable. Cette phase n'est donc pas prise en compte dans les calculs, ce qui est conforme aux pratiques en vigueur.

Pour une rupture de tuyauterie de gaz naturel ou d'hydrogène, le débit est calculé à l'aide de PHAST. La vitesse maximale est plafonnée à 1 000 m/s (versus 500 m/s par défaut dans le logiciel) (prendre 1 000 /s est légèrement conservatif par rapport à la valeur maximale proposée dans le guide DT102).

H.4. Méthode de calcul de la dispersion atmosphérique d'un rejet de gaz

La détermination des effets des phénomènes de dispersion et d'explosion retardée (UVCE / Flash fire) nécessite de modéliser la dispersion atmosphérique du rejet. Pour ce faire, le modèle UDM3 (Unified Dispersion Model) de PHAST est utilisé.

Les trois paramètres importants pour la phase de dispersion qu'intègre le logiciel PHAST sont :

- ✓ les conditions météorologiques ;
- ✓ les conditions orographiques (coefficient de rugosité du terrain uniforme) ;
- ✓ un facteur correctif de dispersion du nuage (averaging time).

Conditions orographiques :

Les conditions orographiques représentent l'état de rugosité du terrain environnant les installations étudiées. Elles sont traduites de la même manière qu'un coefficient de frottement du nuage sur le sol produisant deux effets antagonistes :

- ✓ elle augmente la turbulence favorisant la dilution ;
- ✓ elle freine le nuage, ce qui favorise l'effet d'accumulation et la concentration.

La rugosité varie selon le type d'environnement. Dans la présente étude, en accord avec les pratiques en vigueur (guide DT102), une rugosité de 1 mètre a été choisie dans le logiciel PHAST. Elle traduit un environnement du type zone industrielle.

Conditions météorologiques :

Les conditions météorologiques ont une importance certaine pour les dispersions. Ce sont ces conditions qui régissent la cinétique de la phase gaz après la phase de rejet. Elles sont définies par une classe de stabilité (classe de Pasquill), la vitesse de vent à 10 mètres de hauteur et la température ambiante.

Conformément à la fiche n°2 de la circulaire du 10 mai 2010, les conditions considérées sont :

Typologie de rejet	Stabilité atmosphérique	Vitesses de vent considérées à 10 m de hauteur (m/s)	Température ambiante (°C)
Rejet horizontal ou au niveau du sol	D (neutre)	5	20
	F (très stable)	3	15
Rejet en altitude ou rejet vertical ou rejet de gaz léger	A	3	20
	B	3	
		5	
	C	5	
		10	
	D	5	
		10	
E	3	15	
F	3		

Quelles que soient les conditions atmosphériques, l'humidité relative de l'air est considérée égale à 70%.

« Averaging time » et « core averaging time » ou durée de moyennage du nuage :

Dans le logiciel PHAST, il existe deux paramètres distincts pour le temps de moyennage : l'averaging time et le core averaging time. Ces deux paramètres n'interviennent que dans la phase de dispersion passive.

L'averaging time correspond à une correction numérique des concentrations moyennes calculées sur l'axe du nuage en fonction de la durée effective d'observation du nuage (= durée d'exposition pour les toxiques), afin de tenir compte en particulier des fluctuations réelles de direction du vent autour de sa direction moyenne pendant la durée d'observation. Il est à noter que cette correction n'intervient que dans la phase de dispersion passive (emploi d'un modèle gaussien).

La valeur du core averaging time est utilisée lors du calcul de la dispersion du nuage, tandis que la valeur de l'averaging time est utilisée uniquement lors de la phase de post-traitement, pour certains résultats.

Le choix de l'averaging time (ou durée de moyennage du nuage) dans les logiciels faisant appel à des modèles de type gaussien peut impacter significativement les distances d'effet.

L'averaging time et le core averaging time sont fixés à la même valeur, égale, pour les inflammables, à 18,75 secondes ou, pour les toxiques, à la durée d'exposition de la cible (laquelle est égale à la durée du rejet pour les rejets de longue durée ou continus).

H.4.1. Modélisation des effets thermiques et de surpression liés à une explosion non confinée (UVCE-Flash-fire)

L'inflammation retardée d'un nuage de gaz inflammable génère :

- ✓ des effets de surpression (UVCE, Unconfined Vapour Cloud Explosion) ;
- ✓ des effets thermiques (Flash fire ou feu de nuage).

De manière générale, le terme UVCE s'applique lorsque des effets de pression sont observés, alors que le terme flash fire est réservé aux situations où la combustion du nuage ne produit pas d'effets de pression. Cependant il s'agit dans les deux cas du même phénomène physique, à savoir la combustion d'un mélange gazeux inflammable.

Modélisation des effets thermiques du flash-fire

Conformément à la fiche n°3 de la circulaire du 10 mai 2010 (« Les phénomènes dangereux associés aux GPL dans les établissements de stockage hors raffineries et pétrochimie – l'UVCE ») les effets thermiques du Flash fire (ou feu de nuage) sont définis comme suit :

- ✓ distance au seuil des effets létaux significatifs = distance à la LIE
- ✓ distance au seuil des effets létaux = distance à la LIE
- ✓ distance au seuil des effets irréversibles = 1,1 x distance à la LIE

La distance à la LIE est déterminée avec le logiciel PHAST.

Modélisation des effets de surpression de l'UVCE

La méthode multi-énergie, présentée au § H.4.2.1 est utilisée.

Les distances R sont calculées avec le logiciel PHAST.

Nota : Dans le cas des nuages dérivant en champ libre, le nuage peut s'enflammer à différentes distances de sa source d'émission et conduire à des distances d'effets plus ou moins grandes, en fonction de la taille du nuage et sa distance par rapport aux cibles potentielles, au point d'ignition considéré. Dans ce cas, le logiciel PHAST utilisé considère un ensemble de position pour l'allumage du nuage, tout au long de sa dispersion, et retient la position de la source d'ignition conduisant aux distances d'effets les plus grandes. Le centre de l'explosion est pris au centre du nuage.

H.4.2. Modélisation des effets de surpression en cas d'explosion confinée

Pour modéliser les effets de surpression en cas de formation d'une atmosphère explosive (ATEX) dans une enceinte ou un local, et l'inflammation de cette ATEX, aussi appelé VCE : Vapor Cloud Explosion, la méthodologie suivante est utilisée :

1. La méthode associant le modèle de Brode pour le calcul de l'énergie d'explosion et la courbe multi-énergie 10 pour la détermination des distances d'effets aux seuils de surpression est utilisée pour modéliser l'explosion dans le local (explosion primaire).
2. Si le local ou l'enceinte considérée est muni d'évents correctement dimensionnés, les gaz non brûlés à l'intérieur et éjectés par l'explosion primaire, s'enflamment à l'extérieur

généralisant une explosion secondaire. Celle-ci est modélisée avec la méthode multi-énergie en considérant un indice multi-énergie choisi selon la turbulence du rejet et l'encombrement de la zone dans laquelle se ré-enflamme le gaz éjecté.

3. Si le local ou l'enceinte ne présente pas de résistance alors la méthode multi-énergie est utilisée, avec un indice représentatif de l'encombrement dans le local ou l'enceinte.

Nota 1 : Les effets thermiques d'une explosion confinée sont mineurs par rapport aux effets de surpression qui eux sont dévastateurs. Par conséquent, seuls les effets de surpression sont modélisés.

Nota 2 : Dans le modèle Brode-Multi-énergie 10, seules les caractéristiques de l'enceinte (volume, pression de rupture dynamique) sont considérées, les propriétés d'inflammabilité du gaz (LIE, LSE, chaleur de combustion) ne sont pas prises en compte. A l'inverse, dans le modèle multi-énergie, la pression de rupture n'est pas prise en compte ; c'est l'énergie de combustion du mélange air-gaz qui est considérée dans le calcul de l'énergie d'explosion.

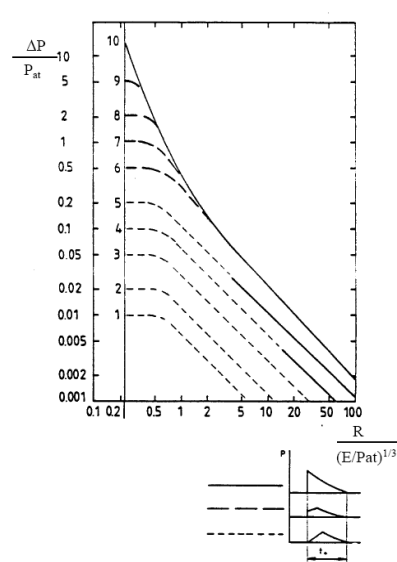
H.4.2.1. Description de la méthode multi-énergie

La démarche de calcul consiste :

- ✓ à calculer l'énergie d'explosion de la combustion du nuage à la stœchiométrie ;
- ✓ à déterminer les distances d'effets des surpressions seuils à partir d'un abaque représentatif de la sévérité d'explosion, caractérisée par un indice compris entre 1 et 10. Les indices 2 à 7 sont représentatifs de déflagrations et les indices 8, 9 et 10 caractérisent les détonations en champ libre.

A chaque indice de sévérité d'explosion correspond une surpression maximale (ΔP_{max}) (cf. abaques multi-énergie présentées ci-dessous).

Abaques multi-énergie :

Indice Multi-Energy	Seuil de surpression associé (bar)	Abaques de décroissance en fonction de la distance adimensionnée par l'énergie de l'explosion
1	0,01	 <p><i>Abaque relatif à la méthode Multi-Energie donnant les surpressions engendrées par des déflagrations à vitesse de flamme constante de volumes explosibles hémisphériques posés au sol</i></p>
2	0,02	
3	0,05	
4	0,10	
5	0,20	
6	0,50	
7	1	
8	2	
9	5	
10	10	

Les abaques multi-énergie ont été établis sur la base de résultats de simulations numériques d'explosions de charges hémisphériques de gaz (typiques d'un mélange hydrocarbure – air) à vitesse de flamme constante. Ils donnent la distance réduite \bar{R} , en fonction de la surpression, à partir de laquelle on déduit la distance d'effet R mesurée à partir du centre du nuage, du pic de pression considéré :

$$R = \bar{R} \left(\frac{Ex}{Pa} \right)^{1/3}$$

avec :

R : distance d'effet, observée à partir du centre du nuage, en fonction de la surpression (m)

\bar{R} : distance réduite (m)

Pa : pression atmosphérique (Pa)

Ex : énergie d'explosion (J) – $Ex = \Delta Hc \times Vg$ - voir nota ci-dessous

ΔHc est la chaleur de combustion à la stœchiométrie (J/m³ de mélange)

Vg est le volume du nuage gazeux à la stœchiométrie (m³)

$Vg = \frac{\text{Masse inf lammable}}{\rho_g \times C_{\text{stoechio}}}$ où Masse inflammable est la masse de gaz ou de vapeur inflammable en concentration supérieure à la LIE

Choix de l'indice multi-énergie :

Le tableau de Kinsella, ci-après, permet d'orienter le choix de l'indice de sévérité d'explosion. Par exemple, une explosion se produisant dans un local (confinement = oui), peu encombré (encombrement = bas) et dans lequel il n'y a pas de source d'inflammation forte, est caractérisée par un indice multi-énergie compris entre 3 et 5.

Inflammation		Encombrement			Confinement		Classe / Sévérité
Basse	Haute	Haut	Bas	Aucun	Oui	Non	
	X	X			X		7-10
	X	X				X	7-10
X		X			X		5-7
	X		X		X		5-7
	X		X			X	4-6
	X			X	X		4-6
X		X				X	4-5
	X			X		X	4-5
X			X		X		3-5
X			X			X	2-3
X				X	X		1-2
X				X		X	1

Cas du méthane :

Le méthane est un gaz peu réactif.

Les résultats d'essais expérimentaux montrent que :

- ✓ Si rejet en zone confinée et très encombrée, la surpression peut atteindre une centaine de mbar (équivalent à un indice 4) (cf. essais de Harrison et Eyre effectués dans une enceinte en polyéthylène de 30 m de long, 10 m de haut et 20 m de large avec plusieurs séries d'obstacles successifs formés par des rangées verticales de tuyauteries horizontales parallèles de diamètre 0,315 m et essais de Harris et Wickens réalisés en tunnel de 45 m de long et en présence d'obstacles sphériques).
- ✓ Si rejets non turbulents, en zone non confinée et non encombrée, la surpression atteinte est inférieure à 10 mbar (source : Guidelines for Evaluation of the characteristics of vapeur cloud explosions, flash fire and bleve, et en particulier : essais de Lind et Whitson (1977) effectués en ballons hémisphériques 10 à 20 m de diamètre, essais de Harris et Wickens (1989) en ballons sphériques de 6,1 m de diamètre et en tunnels en matériaux légers de 45 m de long).
- ✓ Si rejets turbulents, la surpression atteinte est inférieure à 100 mbar (source : essais INERIS dans le cadre du projet européen EMERGE (Extended Modelling and Experimental Research into Gaz Explosion) et essais similaires menés par Shell).

Nota : En l'absence de données d'entrée sur la pression de rupture, sur la forme et sur les matériaux composant la chambre de combustion, le calcul est effectué à partir de l'hypothèse que la pression maximale est atteinte lors de l'explosion, cette pression est égale à 7.1 bar pour le méthane.

Cas de l'hydrogène :

A l'inverse du méthane, l'hydrogène est très réactif.

L'explosion d'hydrogène en milieu non confiné dépend du débit rejeté (source : INERIS-DRA-16-133610-06190A).

L'explosion d'hydrogène en milieu confiné, encombré peut atteindre des pressions élevées, usuellement supérieures à 500 mbar (<=> indice multi-énergie 6).

H.4.2.2. Description de la méthode Brode / Multi-énergie 10

La démarche de calcul consiste :

- ✓ à calculer l'énergie d'explosion à l'aide du modèle de Brode ;
- ✓ à déterminer les distances d'effets des surpressions seuils à partir de l'abaque indice 10 de la méthode multi énergie représentatif de la propagation d'une onde de choc liée à l'éclatement de l'enceinte.

Formule de Brode :

La formule de Brode permettant d'évaluer l'énergie d'explosion est la suivante :

$$Ex = \Delta P \times V / (\gamma - 1) = 3 \times \Delta P \times V$$

avec :

Ex : énergie d'explosion (J)

V : volume de gaz impliqué (volume libre du local ou de l'enceinte) (m³)

ΔP : pression de rupture ou d'explosion relative = $P_{ex} - P_a$ (Pa)

$P_{ex} - P_a = P_{red}$ (barg) pour modéliser l'explosion primaire dans une enceinte correctement éventée ; P_{red} = pression résiduelle dans l'enceinte après ouverture des événements

$P_{ex} - P_a = 2 \times P_{statique}$ de rupture de l'enceinte si celle-ci n'est pas correctement éventée

γ : rapport des capacités calorifiques du gaz (sans unité) ($\gamma = 1,3$ pour le méthane et $1,4$ pour l'hydrogène)

Surpression en fonction de la distance selon l'abaque multi énergie 10 :

Les formules correspondant au profil de la courbe multi énergie indice 10 (abaque présentée en page précédente) sont données ci-dessous (E = énergie d'explosion en Joules) :

Seuil de surpression (mbar)	Distance au seuil d'effet recherché ; E = énergie d'explosion en Joules ; distances comptées à partir du centre de l'explosion
20 mbar (seuil des effets indirects)	$d_{20} = 0,220 \times E^{(1/3)}$
50 mbar (SEI)	$d_{50} = 0,110 \times E^{(1/3)}$
140 mbar (SEL)	$d_{140} = 0,050 \times E^{(1/3)}$
200 mbar (SELS et effets domino)	$d_{200} = 0,032 \times E^{(1/3)}$

H.4.3. Modélisation des effets thermiques liés à un jet enflammé

Un jet enflammé correspond à l'inflammation immédiate, sous l'action d'une source d'allumage, d'un jet de gaz rejeté sous pression, dans un environnement libre (non confiné). Pour estimer le flux rayonné par le jet enflammé, le modèle de Shell-Thornton, validé par des essais à grande échelle, est retenu.

Ce modèle suppose que le flux gazeux à l'origine du feu de chalumeau est extrêmement turbulent (Reynolds > 25000) ce qui majore les distances de dangers des effets thermiques engendrés. Le jet de flammes est modélisé par un tronc de cône avec une source ponctuelle localisée au barycentre de ce tronc de cône.

Les calculs sont réalisés avec le logiciel PHAST.

H.5. Modélisation du PhD1 - Explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées (effets de surpression)

H.5.1. Phénomène dangereux modélisé

Le scénario accidentel imaginé est la formation d'une atmosphère explosive (ATEX) à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le ciel gazeux d'un silo de boues déshydratées et l'inflammation de cette ATEX (scénario très peu probable).

H.5.2. Données – Hypothèses de calcul

	Valeurs	Commentaires
Volume gazeux (m ³)	15,8	Volume du ciel gazeux d'un silo en fonctionnement normal.
Pression de rupture statique (mbar relatifs)	200	Valeur usuellement retenue pour des ouvrages en béton

H.5.3. Distances des effets

La méthode Brode / Multi-énergie 10 est utilisée (décrite au § H.4.2.2).

La pression de rupture est prise égale à 2 fois la pression de rupture statique soit 400 mbar.

	Distance d'effets (m)
20 mbar (seuil des effets indirects)	28
50 mbar (SEI)	14
140 mbar (SEL)	6
200 mbar (SELS et effets domino)	4
300 mbar (Dégâts très graves sur les structures)	4

Distances en mètres, comptées à partir du centre du silo.

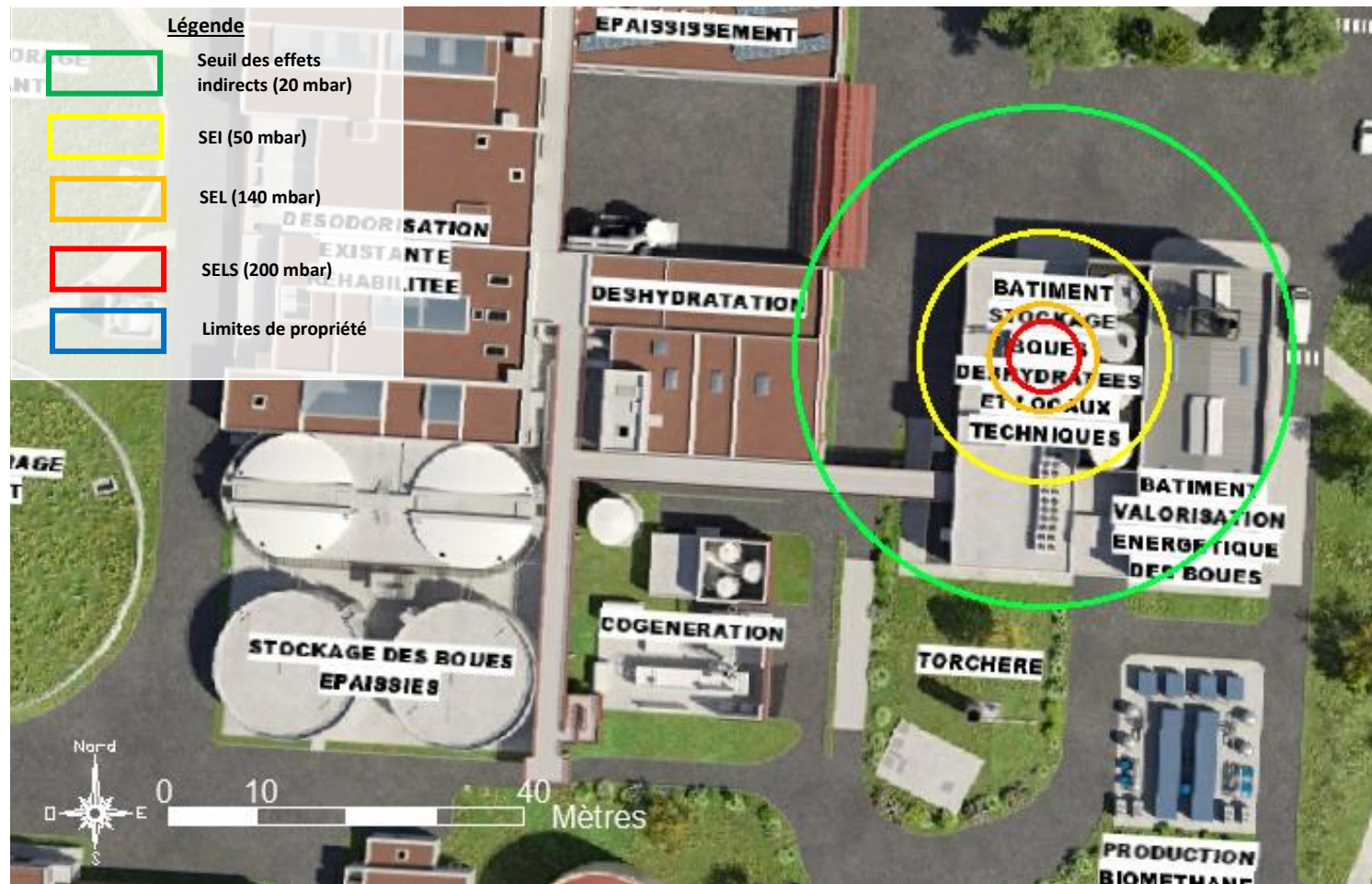
H.5.4. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones d'effets est présentée à la page suivante.

**PHD1 - EXPLOSION DU CIEL GAZEUX D'UN SILO DE STOCKAGE DE BOUES DESHYDRATEES (EFFETS DE SURPRESSION)
« SILO NORD »**



PHD1 - EXPLOSION DU CIEL GAZEUX D'UN SILO DE STOCKAGE DE BOUES DESHYDRATEES (EFFETS DE SURPRESSION)
« SILO SUD »



H.5.5. Conclusions

Effets sur les tiers à l'extérieur du site :

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) restent contenus à l'intérieur du site en cas d'explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées. Aussi, les effets indirects par bris de vitre (20 mbar) restent contenus à l'intérieur du site.

Effets sur les visiteurs à l'intérieur du site :

Les zones d'effets ne touchent pas le circuit de visite donc il y a aucun risque pour les visiteurs.

Effets domino:

Le seuil des effets domino de 200 mbar, défini dans l'arrêté du 29 septembre 2005, de l'explosion du premier silo atteint le second et peut conduire à une explosion secondaire (à noter que les effets de surpression ne se cumulent pas).

Les installations de digestion et le local de valorisation énergétique contenant la canalisation de biogaz ne sont pas impactés. Il n'y a donc pas de risque d'effets domino sur ces ouvrages.

H.6. Modélisation du PhD2 - Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique suite à une fuite de biogaz (effets de surpression)

H.6.1. Phénomène dangereux modélisé

Le scénario accidentel imaginé est une rupture de conduite de biogaz dans le hall de valorisation énergétique, la formation d'une atmosphère explosive (ATEX) à la stœchiométrie d'un mélange d'air et de biogaz et l'inflammation de cette ATEX.

Dans une approche dimensionnante, on suppose que tout le volume libre est occupé par le nuage explosible.

H.6.2. Données – Hypothèses de calcul

	Valeurs	Commentaires
Volume libre du local (m3)	~ 6 434	Tient compte de l'encombrement dû aux équipements
Ventilation naturelle du local (m3/h)	~ 64 340	Ventilation naturelle ou mécanique dans le hall : 10 vol/h minimum
Vitesse du flux d'air (m/s)	0,12	Flux supposé horizontal (hypothèse pénalisante)
Produit	Biogaz	-
Diamètre tuyauterie gaz (mm)	125	Données de conception
Pression dans la tuyauterie gaz (bar relatif)	3	Données de conception
Débit rejeté (kg/s)	7,2	Calculé avec PHAST

H.6.3. Distances des effets

Le hall de valorisation énergétique est constitué de parois en panneaux sandwich et d'une toiture métallique. La résistance à la surpression dynamique est supposée de l'ordre de 50 mbar (pression de rupture des jonctions entre les éléments de bardage et la toiture).

Le rejet de gaz suite à la rupture d'une tuyauterie génèrerait un nuage explosible d'une longueur de 21 m environ (distance à la LIE) et d'une largeur de 1 m environ (résultat PHAST).

L'explosion de ce nuage est modélisée avec la méthode multi-énergie (décrite au § H.4.2.1) en considérant un indice 5 (\leftrightarrow surpression maximale de 200 mbar) pour tenir compte de l'encombrement.

	Distance d'effets (m)
20 mbar (seuil des effets indirects)	91
50 mbar (SEI)	45
140 mbar (SEL)	16
200 mbar (SELS et effets domino)	10
300 mbar (Dégâts très graves sur les structures)	Non atteint

Distances en mètres, comptées à partir du point de la fuite ; si ce point n'étant pas connu les distances sont considérées à partir des bords du local.

H.6.4. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones d'effets est présentée à la page suivante.

H.6.5. Conclusions

Effets sur les tiers à l'extérieur du site :

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) restent contenus à l'intérieur du site en cas d'explosion de biogaz dans le bâtiment de valorisation énergétique. Aussi, les effets indirects par bris de vitre (20 mbar) restent contenus à l'intérieur du site.

Effets sur les visiteurs à l'intérieur du site :

Les zones d'effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) ne touchent pas le circuit de visite donc il y a aucun risque pour les visiteurs. Les effets indirects par bris de vitre (20 mbar) atteignent le circuit de visite mais sont sans conséquences irréversibles sur la vie humaine.

Effets domino:

Le seuil des effets domino de 200 mbar, défini dans l'arrêté du 29 septembre 2005, atteint d'autres installations présentant un potentiel de dangers notamment le silo « Sud » de stockage des boues déshydratées conduisant au PhD1.

La nouvelle torchère et la nouvelle installation de production de biométhane se trouvant dans la zone des effets de 50 mbar ne sont pas vulnérables à ce seuil de pression. Il n'y a donc pas de risque d'effet domino sur ces ouvrages.

PHD2 - EXPLOSION DANS LE BATIMENT DE VALORISATION ENERGETIQUE SUITE A UNE FUITE DE BIOGAZ (EFFETS DE SURPRESSION)



H.7. Modélisation du PhD3 - Explosion de la chambre de combustion du Pyrofluid™ (effet de surpression)

H.7.1. Phénomène dangereux modélisé

Le scénario accidentel imaginé est la formation d'une poche de gaz (mélange air/biogaz) à l'intérieur de la chambre de combustion, l'inflammation de celle-ci et l'explosion interne de l'installation.

H.7.2. Données – Hypothèses de calcul :

	Valeurs	Commentaires
Volume libre du Pyrofluid™ (m³)	70,4	Volume du ciel gazeux du Pyrofluid™ en fonctionnement normal
Pression de rupture (bar relatif)	1	Hypothèse de calculs INERIS DRA DRA-14-141532-12702 (chambre de combustion constituée d'une structure métallique à l'intérieur de laquelle sont disposés des matériaux réfractaires.).

H.7.3. Distances des effets

La méthode Brode / Multi-énergie 10 est utilisée (décrite au § H.4.2.2).

	Distance d'effets (m)
20 mbar (seuil des effets indirects)	63
50 mbar (SEI)	32
140 mbar (SEL)	14
200 mbar (SELS et effets domino)	9
300 mbar (Dégâts très graves sur les structures)	8

Distances en mètres, comptées à partir du centre du Pyrofluid™.

H.7.4. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones d'effets est présentée à la page suivante.

H.7.5. Conclusions

Effets sur les tiers à l'extérieur du site :

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) restent contenus à l'intérieur du site en cas d'explosion de biogaz dans la chambre de combustion du Pyrofluid™. Aussi, les effets indirects par bris de vitre (20 mbar) restent contenus à l'intérieur du site.

Effets sur les visiteurs à l'intérieur du site :

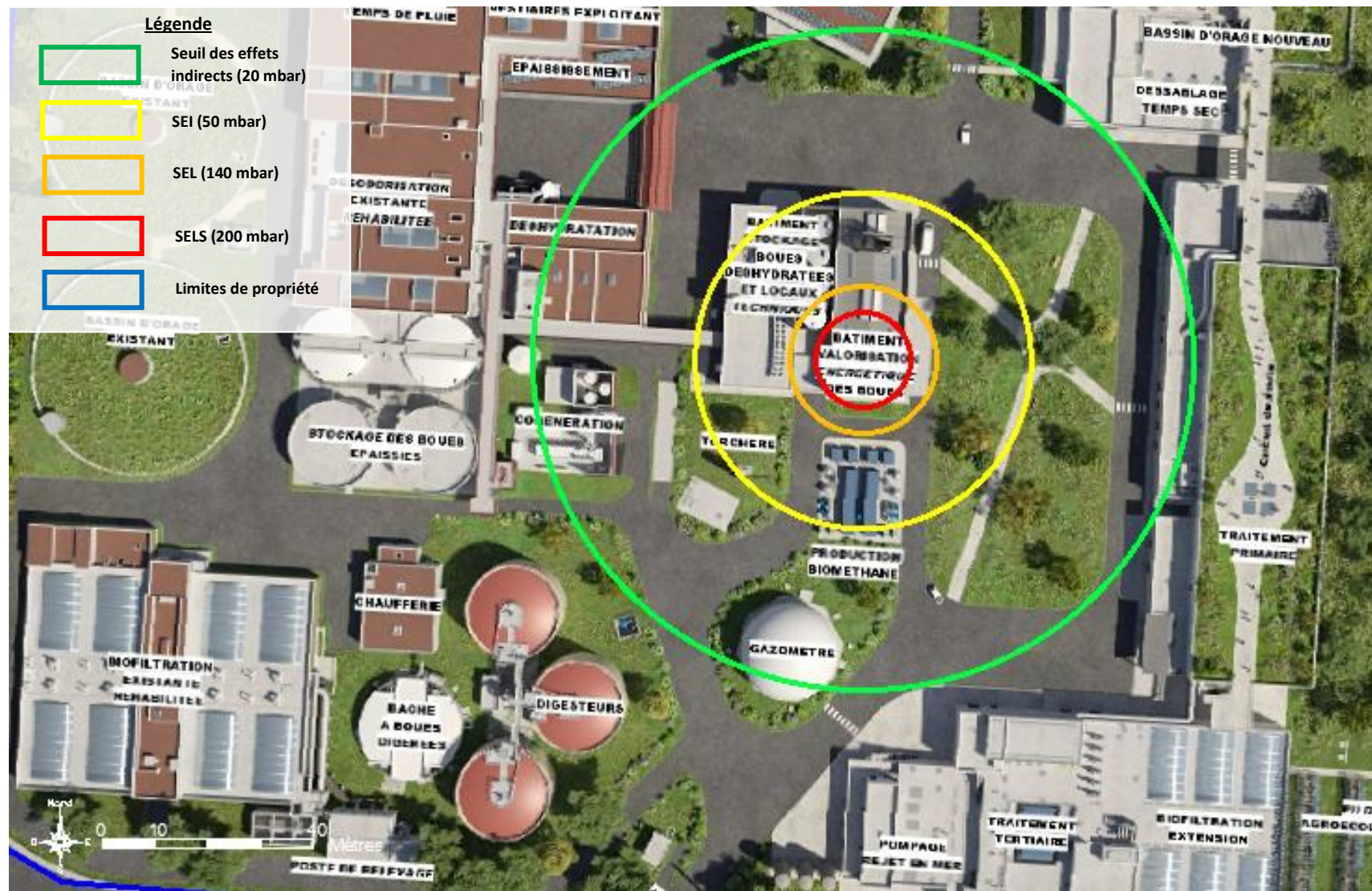
Les zones d'effets ne touchent pas le circuit de visite donc il y a aucun risque pour les visiteurs.

Effets domino:

Le seuil des effets domino de 200 mbar, défini dans l'arrêté du 29 septembre 2005, atteint d'autres installations présentant un potentiel de dangers notamment la canalisation de biogaz alimentant le Pyrofluid™ conduisant au PhD2.

La nouvelle torchère et l'installation de production de biométhane se trouvant dans la zone des effets de 50 mbar ne sont pas vulnérables à ce seuil de pression. Il n'y a donc pas de risque d'effet domino sur ces ouvrages.

PHD3 - EXPLOSION DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION DU PYROFLUID™ (EFFET DE SURPRESSION)



H.8. Modélisation du PhD4 - Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles (effets thermiques et de surpression)

H.8.1. Phénomène dangereux modélisé

Le scénario accidentel imaginé est une fuite d'hydrogène par le robinet et le raccord d'une bouteille dans la loge de stockage des bouteilles en façade nord du bâtiment de valorisation énergétique. Les phénomènes dangereux modélisés résultant de ce scénario sont :

- ✓ l'inflammation retardée du nuage inflammable (PhD4a)
L'explosion non confinée du nuage de gaz va entraîner des effets thermiques liés au flash-fire et des effets de surpression liés à l'UVCE.
- ✓ l'inflammation immédiate du nuage inflammable (PhD4b)
Le phénomène dangereux modélisé est un jet enflammé qui génère des effets thermiques.

H.8.2. Données – Hypothèses de calcul

	Valeurs	Commentaires
Produit	Hydrogène	
Inventaire (litre)	50	
Température du gaz (°C)	15	Température ambiante
Pression max dans la bouteille (bar)	200	
Diamètre de fuite (mm)	1 mm	Hypothèse de diamètre maximal de fuite (AFGC - DOCUMENT N°189-11 [2])
Débit de la fuite (kg/s)	0,13	Calculé avec PHAST
Durée de la fuite (s)	978	Calculé avec PHAST
Hauteur du rejet (m)	1	Hypothèse de calcul
Direction du rejet (-)	Horizontale	Hypothèse de calcul (dimensionnante)

H.8.3. Distances des effets

La démarche de calcul utilisée est décrite au § H.4.1. Les calculs sont réalisés avec PHAST ce qui permet de tenir compte de la dispersion du nuage et de sa dérive sous le vent.

Le rejet de gaz suite à la rupture du robinet d'une bouteille générerait un nuage explosible d'une longueur de 10 m environ (distance à la LIE) et d'une largeur de 1 m environ (résultat PHAST).

L'explosion de ce nuage est modélisée avec la méthode multi-énergie (décrite au § H.4.2.1) en considérant un indice 4 (\leftrightarrow surpression maximale de 50 mbar) pour tenir compte de du faible encombrement (seulement 2 bouteilles) et du faible confinement (stockage dans une loge grillagée).

Distances des effets thermiques du flash-fire :

Conditions météorologiques	Distance d'effets du flash-fire (m)	
	F3	D5
1,1 x d(LIE = 4%) (SEI)	4	4
d(LIE = 4%) (SPEL)	3	3
d(LIE = 4%) (SELS)	3	3

Distances en mètres, comptées à partir du point de rejet et à la hauteur du rejet.

Distances des effets de surpression de l'UVCE :

Conditions météorologiques	Distance d'effets (m)	
	F3	D5
20 mbar (seuil des effets indirects)	5	4
50 mbar (SEI)	3	3
140 mbar (SEL)	Non atteint	Non atteint
200 mbar (SELS et effets domino)	Non atteint	Non atteint

Distances en mètres, comptées à partir du point de rejet et à la hauteur du rejet.

Distances des effets thermiques du jet enflammé:

Conditions météorologiques	Distance d'effets du flash-fire (m)	
	F3	D5
3 kW/m ² (SEI)	Non atteint	Non atteint
5 kW/m ² (SPEL)	Non atteint	Non atteint
8 kW/m ² (SELS)	Non atteint	Non atteint

Distances en mètres, comptées à partir du point de rejet et à la hauteur du rejet.

H.8.4. Cartographie des zones d'effets

Les cartographies des zones d'effets sont présentées aux pages suivantes.

H.8.5. Conclusions

Effets sur les tiers à l'extérieur du site :

Les effets létaux (140 mbar / 5 kW.m⁻² et 200 mbar / 8 kW.m⁻²) et irréversibles (50 mbar / 3 kW.m⁻²) restent contenus à l'intérieur du site.

Effets sur les visiteurs à l'intérieur du site :

Les zones d'effets ne touchent pas le circuit de visite donc il y a aucun risque pour les visiteurs.

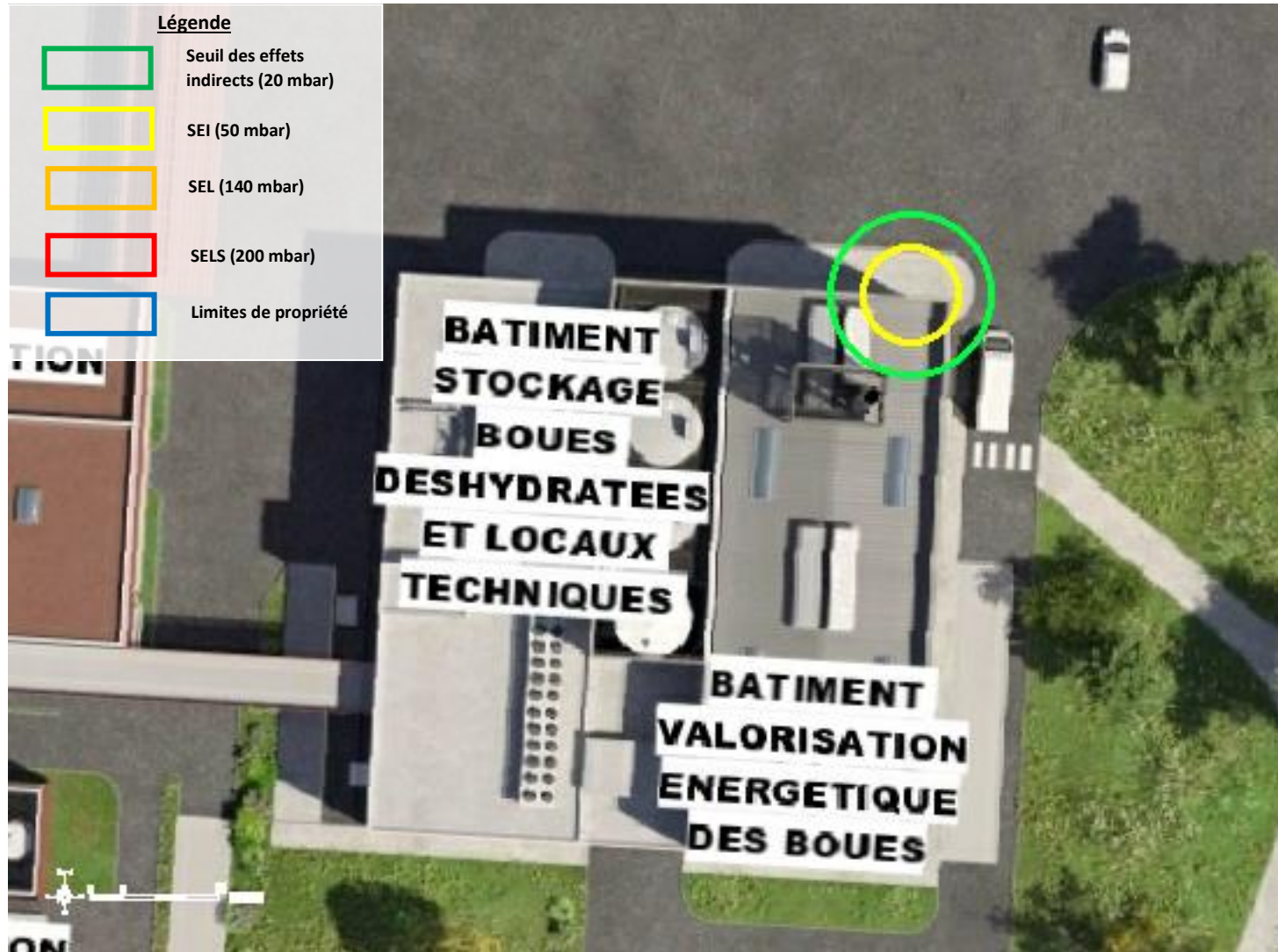
Effets domino:

Le seuil des effets domino (8 kW/m²) du jet enflammé, définis dans l'arrêté du 29 septembre 2005, impacte le hall de valorisation énergétique (scénario résultant étudié => PhD2) et la seconde bouteille d'hydrogène (scénario résultant étudié => PhD5).

PHD4a - FUIITE D'HYDROGENE DANS LA ZONE DE STOCKAGE DES BOUTEILLES – FLASH-FIRE (EFFETS THERMIQUES)



PHD4a - FUITE D'HYDROGENE DANS LA ZONE DE STOCKAGE DES BOUTEILLES – UVCE (EFFETS DE SURPRESSION)



H.9. Modélisation du PhD5 - Eclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles (effets de surpression)

H.9.1. Phénomène dangereux modélisé

Le scénario accidentel imaginé est une montée en température et pression de l'hydrogène contenu dans une des 2 bouteilles B50 entreposées en façade Nord du bâtiment de valorisation énergétique, résultant du jet enflammé de l'autre bouteille (PhD4b).

Les effets sont modélisés pour l'éclatement d'une seule bouteille (les 2 bouteilles peuvent potentiellement éclater simultanément mais les effets de l'éclatement ne se cumulent pas).

H.9.2. Données – Hypothèses de calcul

	Valeurs	Commentaires
Produit	Hydrogène	
Inventaire (litre)	50	
Température du gaz (°C)	15	Température ambiante
Pression max dans la bouteille (bar)	200	

H.9.3. Distances des effets de surpression

La méthode Brode / Multi-énergie 10 est utilisée (décrite au § H.4.2.2).

L'éclatement étant dû à un feu extérieur (jet enflammé de la première bouteille), la pression d'éclatement est prise égale à 1,5 fois la pression de service, soit 300 bar.

	Distance d'effets (m)
20 mbar (seuil des effets indirects)	34
50 mbar (SEI)	17
140 mbar (SEL)	8
200 mbar (SELS et effets domino)	5
300 mbar (Dégâts très graves sur les structures)	4

Distances en mètres, comptées à partir du centre de chaque bouteille d'H2

H.9.4. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones d'effets est présentée à la page suivante.

H.9.5. Conclusions

Effets sur les tiers à l'extérieur du site :

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) restent contenus à l'intérieur du site en cas d'éclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage au Nord du bâtiment de valorisation énergétique. Aussi, les effets indirects par bris de vitre (20 mbar) restent contenus à l'intérieur du site.

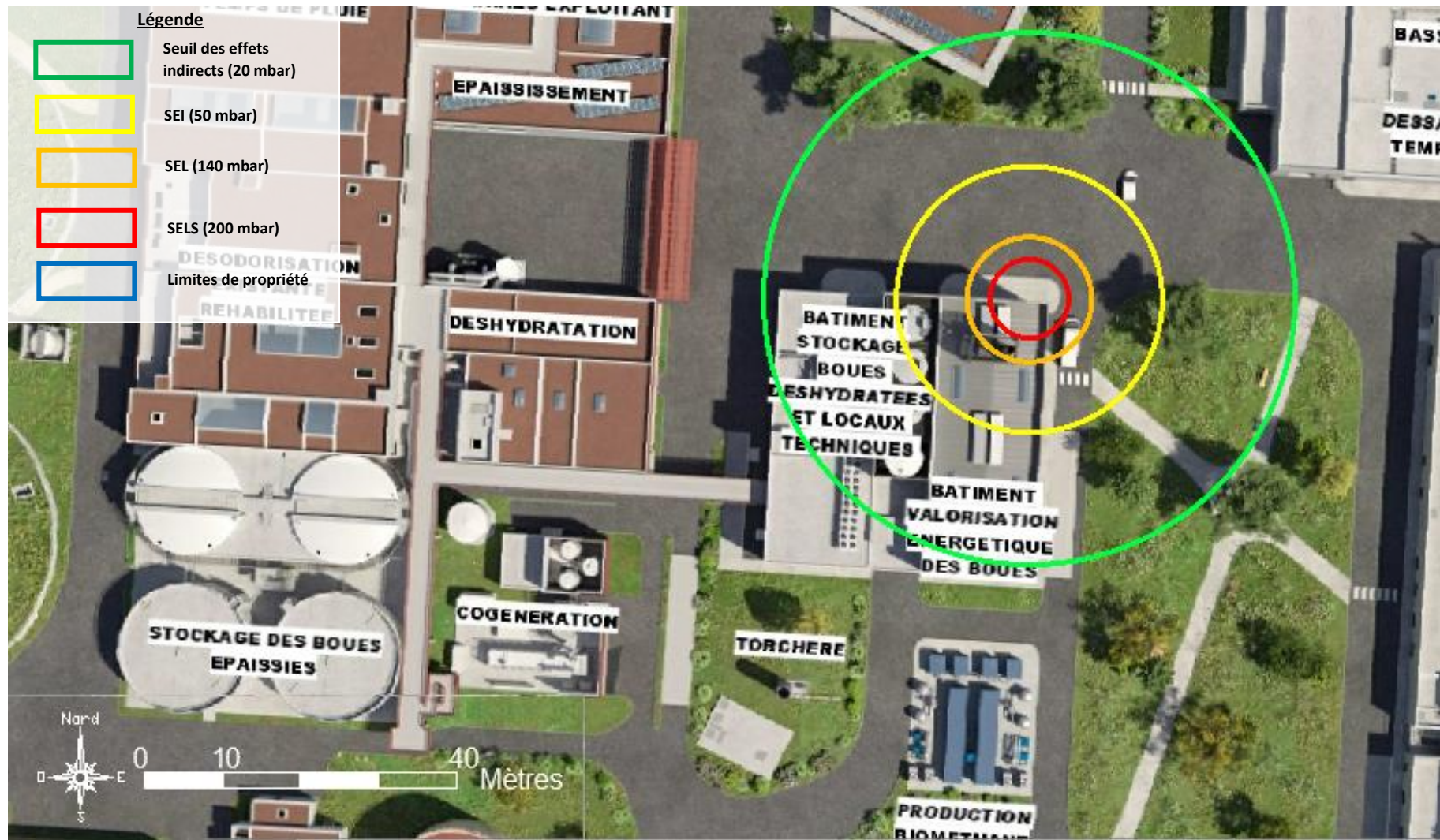
Effets sur les visiteurs à l'intérieur du site :

Les zones d'effets ne touchent pas le circuit de visite donc il y a aucun risque pour les visiteurs.

Effets domino:

Le seuil des effets domino de 200 mbar, définis dans l'arrêté du 29 septembre 2005, impacte le hall de valorisation énergétique (scénario résultant étudié => PhD2). L'autre bouteille d'hydrogène est également impactée mais sans risque de sur-accident (rappelons que le scénario d'éclatement d'une bouteille d'H₂ ne peut se produire qu'en cas de jet enflammé sur la première bouteille). Les effets d'éclatement ne se cumulent pas.

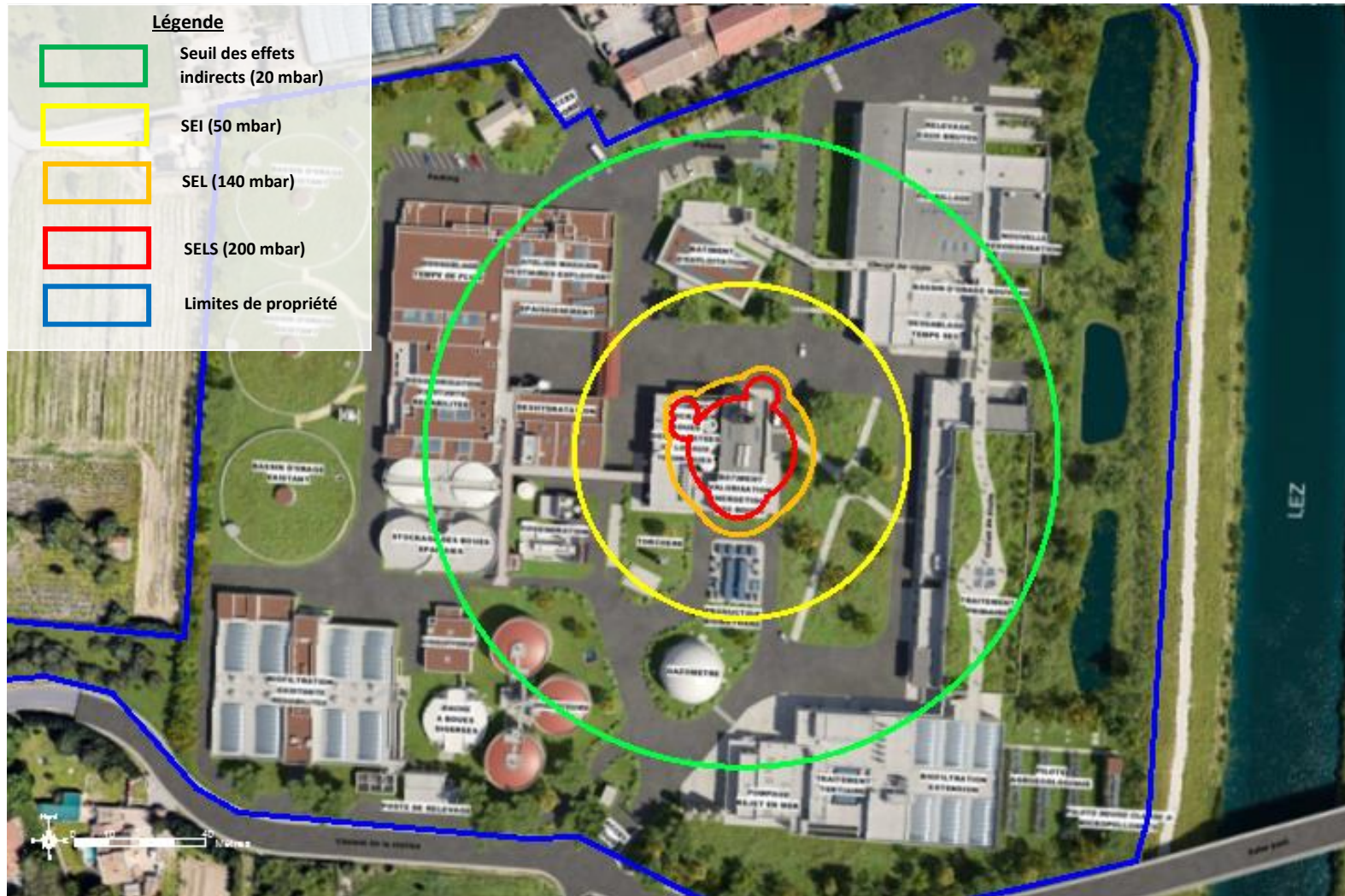
PHD5 - ECLATEMENT D'UNE BOUTEILLE D'HYDROGENE DANS LA ZONE DE STOCKAGE DES BOUTEILLES (EFFETS DE SURPRESSION)



H.10. Tableau récapitulatif des distances d'effets sur les tiers des phénomènes dangereux

Phénomènes dangereux- Intitulés	Effets	Distances des effets thermiques (en m)			Distances des effets de surpression (en m)			
		3 KW/m ² SEI	5 KW/m ² SPEL	8 KW/m ² SELS	20 mbar	50 mbar SEI	140 mbar SPEL	200 mbar SELS
PhD1 : Explosion du ciel gazeux d'un silo de stockage de boues déshydratées	Effets de surpression	-	-	-	28	14	6	4
PhD2 : Explosion dans le bâtiment de valorisation énergétique suite à une fuite de biogaz	Effets de surpression	-	-	-	91	45	16	10
PhD3 : Explosion de la chambre de combustion du Pyrofluid™	Effets de surpression	-	-	-	63	32	14	9
PhD4a : Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles - Flash-Fire/UVCE	Effets thermiques et de surpression	4	3	3	5	3	Non atteint	Non atteint
PhD4b : Fuite d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles - Jet enflammé	Effets thermiques	Non atteint	Non atteint	Non atteint	-	-	-	-
PhD5 : Eclatement d'une bouteille d'hydrogène dans la zone de stockage des bouteilles	Effets de surpression	-	-	-	34	17	8	5

CERCLES ENVELOPPES DE L'ENSEMBLE DES EFFETS DE SURPRESSION



H.11. Evaluation de la probabilité et de la gravité des phénomènes dangereux majeurs

A l'issue des modélisations (cf. § H.5 à A.1), aucun phénomène dangereux n'impacte ni les tiers à l'extérieur du site, ni le circuit de visite à l'intérieur du site. Les probabilités et cinétiques de ces phénomènes ne sont donc pas déterminées conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005.

I. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

I.1. Matrice de criticité

La matrice MMR résultant de l'analyse des risques est la suivante :

	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
Gravité	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Les installations de valorisation énergétique des boues n'apportent pas de risques majeurs nouveaux sur le site.

I.2. Conclusion

L'unité de valorisation énergétique de boues ne génère pas de phénomène dangereux majeur sur le site. En effet, l'ensemble des phénomènes dangereux identifiés potentiellement majeurs à l'issue de l'analyse de risque (cf.H.1) et modélisés dans les paragraphes H.5 à A.1 n'impactent ni les tiers à l'extérieur du site, ni le circuit de visite à l'intérieur du site.

De plus, ces phénomènes dangereux ne sont pas générateurs d'effets domino sur les installations actuelles du site.

Au regard de cette étude de dangers et conformément à la circulaire du 10 mai 2010, on peut considérer que les risques générés par les installations de valorisation énergétique des boues sont acceptables.

J. ANNEXES

ANNEXE – 1
ANALYSE DU RISQUE Foudre



BUREAU
VERITAS

BUREAU VERITAS EXPLOITATION

16, chemin du Jubin
BP 26
69 571 Dardilly Cedex
Téléphone : +33 4 72 29 70 70
Mail : franck.soucaille@bureauveritas.com

A l'attention de M. Mathieu GRENIER
Chef de Projet

OTV SUD - Veolia Water Technologies

Les Docks - Atrium 10;3

10, place de la Joliette

13 002 Marseille

Rapport mis à disposition sur le site BVLink

<https://bvlink.bureauveritas.com>

Courriel : mathieu.grenier@veolia.com

Projet d'ANALYSE DU RISQUE Foudre SUR LES STRUCTURES DE L'ENTREPRISE

Projet d'Extension de la STEP "MAERA"

(installations soumises à l'arrêté du 04/10/2010 modifié)

Intervention du 11/05/2022 au 20/05/2022 (évaluation du projet sur plans)

Nom du site : STEP MAERA



Lieu d'intervention :

STEP "MAERA"

1, chemin de la station

34 970 LATTES

Numéro d'affaire : 14638991
Référence du rapport : 14638991/2.1.1.R - Rev.0
Rédigé le : 20/05/2022
Par F.SOUCAILLE

Ce rapport annule et remplace le rapport
N°11645950/3.1.1.R-Rev00 du 18/02/2022
Référence Client : 2268559



Ce rapport contient 91 pages avec ses annexes



1 Synthèse des évaluations des risques	5
1.1 Généralités sur le site	5
1.2 Conclusions sur les structures étudiées	6
1.2.1 Structure 01 - Identification : Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, déssablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B	6
1.2.2 Structure 02 - Identification : Zone J - Bât. Traitement primaire nouveau (Rep.06)	8
1.2.3 Structure 03 - Identification : Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)	9
1.2.4 Structure 04 - Identification : Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)	10
1.2.5 Structure 05 - Identification : Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)	11
1.2.6 Structure 06 - Identification : Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)	12
1.2.7 Structure 07 - Identification : Zone N - Bâtiment Biofiltration extention & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)	13
2 Préambule	14
2.1 Rappels sur les obligations du chef d'établissement	15
2.2 Références réglementaires	16
2.3 Installations et rubriques concernées	16
2.4 Conduite de l'analyse du risque foudre	17
2.5 Etendue de la mission	19
2.6 Limites de l'analyse du risque foudre	19
2.7 Personne(s) rencontrée(s)	20
3 Documents présentés	21
4 Généralités sur le site	23
4.1 Données nécessaires à l'approche de l'analyse du risque foudre	23
4.2 Identification des évènements redoutés et moyens de prévention/protection associés	25
4.2.1 Les scénarii et phénomènes dangereux	25
4.2.2 Les zones à atmosphères explosibles ou avec matériaux explosifs solides	28
4.2.3 Les MMR et EIPS associés	28
4.3 Structures retenues dans l'ARF	30
4.4 Choix de la méthode d'analyse	30
5 Structure 01 – Identification : Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, déssablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B)	31
5.1 Description de la structure	31
5.2 Modélisation de la structure	33
5.3 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure	34
5.4 Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure	35
5.5 Description de la zone à l'extérieur de la structure	36
5.6 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)	37
5.6.1 Risque estimé avant mise en place des protections	37
5.6.2 Analyse des protections à mettre en œuvre	38
5.7 Conclusions des évaluations des risques sur la structure	39
6 Structure 02 – Identification : Zone J - Bât. Traitement primaire nouveau (Rep.06)	40
6.1 Description de la structure	40
6.2 Modélisation de la structure	42
6.3 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure	43
6.4 Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure	44
6.5 Description de la zone à l'extérieur de la structure	45
6.6 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)	46
6.6.1 Risque estimé avant mise en place des protections	46
6.6.2 Analyse des protections à mettre en œuvre	47
6.7 Conclusions des évaluations des risques sur la structure	48

7	Structure 03 – Identification : Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)	49
7.1	Description de la structure	49
7.2	Modélisation de la structure	51
7.3	Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure	52
7.4	Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure	53
7.5	Description de la zone à l'extérieur de la structure	54
7.6	Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)	55
7.6.1	Risque estimé avant mise en place des protections	55
7.6.2	Analyse des protections à mettre en œuvre	56
7.7	Conclusions des évaluations des risques sur la structure	57
8	Structure 04 – Identification : Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)	58
8.1	Description de la structure	58
8.2	Modélisation de la structure	60
8.3	Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure	61
8.4	Description de la zone unique sur structure ouverte	62
8.5	Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)	63
8.5.1	Risque estimé avant mise en place des protections	63
8.5.2	Analyse des protections à mettre en œuvre	64
8.6	Conclusions des évaluations des risques sur la structure	65
9	Structure 05 – Identification : Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)	66
9.1	Description de la structure	66
9.2	Modélisation de la structure	68
9.3	Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure	69
9.4	Description de la zone unique sur structure ouverte	70
9.5	Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)	71
9.5.1	Risque estimé avant mise en place des protections	71
9.5.2	Analyse des protections à mettre en œuvre	72
9.6	Conclusions des évaluations des risques sur la structure	73
10	Structure 06 – Identification : Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)	74
10.1	Description de la structure	74
10.2	Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure	76
10.3	Description de la zone unique sur structure ouverte	77
10.4	Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)	78
10.4.1	Risque estimé avant mise en place des protections	78
10.4.2	Analyse des protections à mettre en œuvre	79
10.5	Conclusions des évaluations des risques sur la structure	80
11	Structure 07 – Identification : Zone N - Bâtiment Biofiltration extension & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)	81
11.1	Description de la structure	81
11.2	Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure	83
11.3	Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure	84
11.4	Description de la zone à l'extérieur de la structure	85
11.5	Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)	86
11.5.1	Risque estimé avant mise en place des protections	86
11.5.2	Analyse des protections à mettre en œuvre	87
11.6	Conclusions des évaluations des risques sur la structure	88
12	Annexes	89

HISTORIQUE DU RAPPORT

Numéro de rapport - Version	Date	Commentaires
14638991/2.1.1.R - Rev.0	20/05/2022	Mise à jour, suite à modification des installations du projet et des données de pré-étude de danger (modifications du process et suppression de l'installation lié à la production d'hydrogène)
11645950/3.1.1.R-Rev00	18/02/2022	Modification suite à évolution des données de pré étude de danger (modifications du process et des installations et introduction du risque hydrogène)
11645950/2/1-Rev1	18/11/2021	Révision du rapport suite à nouvelle donné de Cecile DUBIEN de Bureau Veritas-Chef de projet Risques Industriels et ICPE
11645950/2/1-Rev0	18/01/2021	Modification suite à évolution des données d'étude de danger
7222064/2.1.1.R-Rev.02	23/05/2019	Prise en compte de la mise à jour des rubriques de classement ICPE, (Document 3-G-1-Ind.1 du 15/05/2019), sans incidence sur le dossier d'Etude de maitrise des risques et les scénarii initiés (et pris en compte dans l'ARF).
7222064/2.1.1.R-Rev.01	17/05/2019	Prise en compte notification de nommage des structures suivant la demande du client.
7222064/2.1.1.R-Rev.00	14/05/2019	Rapport original

Le dernier rapport annule et remplace la version précédente.

1 Synthèse des évaluations des risques

1.1 Généralités sur le site

Concernant ce site, et compte tenu des éléments fournis, les structures ayant fait l'objet d'une analyse détaillée sont les suivantes :

N° de fiche	Structures retenues
01	Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, déssablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B)
02	Zone J - Bât. Traitement primaire nouveau (Rep.06)
03	Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)
04	Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)
05	Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)
06	Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)
07	Zone N - Bâtiment Biofiltration extention & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)

Les autres structures n'ont pas été prises en compte dans la mesure où elles n'entraînent pas de risques pour leur environnement, qu'elles ne contiennent pas d'installations classées soumises à l'arrêté du 04/10/2010, ni de dispositifs intervenant dans la gestion de la sécurité du site.

L'analyse des besoins en protection, concernant ces structures ainsi que les Eléments Importants Pour la Sécurité (EIPS) du site, est détaillée dans chacune des fiches relatives à la structure concernée.

L'ARF menée sur les structures retenues faisant apparaître un besoin de protection, il est donc nécessaire de faire réaliser une Etude Technique Foudre qui définira les caractéristiques précises des moyens de protection à mettre en œuvre.

Bureau Veritas reste à votre disposition pour l'établissement d'une offre afin de répondre à ces besoins d'ETF.

En complément de ces éléments et afin d'assurer la sécurité des personnes durant les périodes orageuses, **une procédure interdisant les opérations dangereuses** suivantes, doit être mise en place :

- Travaux extérieurs ;
- Travaux sur les réseaux courants forts ou courants faibles,
- Operations de dépotage de produits inflammables ou de travaux sur les installations de gaz inflammables.

Les calculs ont été réalisés avec le logiciel DEHN RISK TOOL en retenant comme densité d'arc (nombre d'arcs au sol par km² et par an) la valeur moyenne donnée par METEORAGE sur les dix dernières années

1.2 Conclusions sur les structures étudiées

Le résultat de l'analyse des risques spécifie non seulement un niveau de protection à atteindre aussi bien pour la structure et/ou les lignes entrantes, mais peut aussi prescrire un concept de protection complet en intégrant des mesures nécessaires à la prévention des dommages physiques, des blessures d'êtres vivants et à la protection contre l'impulsion électromagnétique foudre.

En conséquence, une sélection économiquement raisonnable des mesures pour la structure est assurée.

1.2.1 Structure 01 - Identification : Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, déssablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B

Structure 01 – Identification : Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, déssablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.	Pas d'obligation
Lignes entrantes à protéger	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision et réseau ondulée, - Centrales de détection gaz (CH4), - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentiels au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentiels doit être reportée sur un plan.	NP IV
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, La localisation des liaisons équipotentiels doit être reportée sur un plan.	

Commentaires

Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentielles (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).

1.2.2 Structure 02 - Identification : Zone J - Bât.Traitement primaire nouveau (Rep.06)

Structure 02 – Identification : Zone J - Bât.Traitement primaire nouveau (Rep.06)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.	Pas d'obligation
Lignes entrantes	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision et réseau ondulée, - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	NP IV
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentielle (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).	

1.2.3 Structure 03 - Identification : Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)

Structure 03 – Identification : Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure	NP IV
Lignes entrantes	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision, de commandes des circuits de sécurité et réseau ondulée, - Système de gestion des alertes et astreintes, - Centrales de détection gaz (CH4/ H2S/ H2), - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan. Une notice d'avertissement ou des instructions seront à mettre en place au niveau des SPF extérieurs contre le risque de chocs électriques.	NP IV
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, Les liaisons équipotentielles supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx. La localisation des liaisons équipotentielles doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentielles (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).	

1.2.4 Structure 04 - Identification : Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)

Structure 04 – Identification : Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure.	NP II
Lignes entrantes	
De plus, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - Ligne BT d'alimentation des installations électriques de la structure, - L02 - Ligne de communication avec les installations de la structure. 	NP II
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrales de détection gaz (CH4), - Système de ventilation, - équipements électriques en zone AtEx. 	NP II
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielles doit être reportée sur un plan.	NP II
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisations gaz pénétrant dans la structure, - Canalisations eau pénétrant dans la structure, - Canalisations de boues digérées, - Canalisations d'air. Les liaisons équipotentielles supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx. La localisation des liaisons équipotentielles doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Sans objet	

1.2.5 Structure 05 - Identification : Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)

Structure 05 – Identification : Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure.	NP II
Lignes entrantes	
De plus, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - Ligne BT d'alimentation des installations électriques de la structure, - L02 - Ligne de communication avec les installations de la structure. 	NP II
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrales de détection gaz (CH4), - Système d'allumage de la torchère, - équipements électriques en zone AtEx. 	NP II
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
<p>Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini.</p> <p>Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation.</p> <p>Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site.</p> <p>La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.</p>	NP II
Equipotentialités	
<p>Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canalisations gaz pénétrant dans la structure, - Canalisations eau pénétrant dans la structure, - Canalisations d'air. <p>Les liaisons équipotentielle supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx.</p> <p>La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.</p>	
Commentaires	
Sans objet	

1.2.6 Structure 06 - Identification : Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)

Structure 06 – Identification : Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure.	NP II
Lignes entrantes	
De plus, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - Ligne BT d'alimentation des installations électriques de la structure, - L02 - Ligne de communication avec les installations de la structure. 	NP II
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrales de détection gaz (CH4 & Hydrogène), - Système de ventilation des Conteneurs, - Ensemble des équipements électriques en zone AtEx. 	NP II
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	NP II
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisations gaz pénétrant dans la structure, - Canalisations eau pénétrant dans la structure, - Canalisations d'air. Les liaisons équipotentielle supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx. La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Sans objet	

1.2.7 Structure 07 - Identification : Zone N - Bâtiment Biofiltration extension & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)

Structure 07 – Identification : Zone N - Bâtiment Biofiltration extension & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.	Pas d'obligation
Lignes entrantes	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision, de commandes des circuits de sécurité et réseau ondulée, - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentiels au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentiels doit être reportée sur un plan.	NP IV
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, Les liaisons équipotentiels supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx. La localisation des liaisons équipotentiels doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentiels (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).	

2 Préambule

La foudre (ou éclair à la terre) est un phénomène naturel de décharge électrostatique qui se produit lorsque de l'électricité statique s'accumule entre un nuage et la terre.

Un potentiel électrique s'établit alors entre ces deux points. Il peut atteindre les 100 millions de volts.

Ce potentiel élevé provoque une ionisation de l'air et la création d'un canal faiblement conducteur (traceur) qui progresse par bons successifs. 90% des coups de foudre en France, se font du nuage vers le sol (éclair négatif descendant).

Lorsque le traceur est suffisamment proche du sol, des pré-décharges se produisent à la surface de ce dernier (préférentiellement au niveau d'aspérités ou d'objets pointus) et vont à la rencontre du traceur. Le point de rencontre entre une de ces pré-décharges et le traceur détermine le point d'impact de la foudre au sol.

C'est alors que va se créer un pont conducteur entre le nuage et le sol, par lequel un important courant électrique va pouvoir transiter. La valeur du courant résultant s'étend de 2kA à 200kA pour les coups de foudre négatifs.

Ce courant est à l'origine des éclairs et du tonnerre, mais également des incendies, explosions ou dysfonctionnements dangereux dans les installations rendues sensibles notamment avec l'électronique.

Les conséquences liées à la foudre peuvent être particulièrement lourdes, tant en ce qui concerne les individus que les structures, et notamment en ce qui concerne les Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.).

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié définit donc les dispositions à prendre afin de limiter les conséquences dommageables de la foudre sur certaines installations classées et impose en premier lieu la réalisation d'une Analyse de Risque Foudre (ARF). Cette Analyse de Risque Foudre vise à identifier les équipements et les structures dont la protection doit être assurée.

Elle détaille les obligations qui vous incombent, les risques encourus par vos structures vis-à-vis du risque foudre et les niveaux de protection qui vous permettront, suite à la réalisation d'une étude technique telle que demandée par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, de mettre en œuvre les protections adéquates.

Le terme **installation** désigne un ensemble de matériels exploités, d'outils, d'équipements électriques, de machines et d'ouvrage dont la nature de l'activité produite et les substances mises en œuvre peuvent présenter des dangers pour la santé humaine et pour l'environnement. L'ARF s'applique à une telle installation identifiée dans **l'Étude de Dangers** :

- pour laquelle la foudre est à l'origine d'un évènement initiateur ;
- dans laquelle un équipement électrique ou une fonction importante pour la sécurité est dépendant de l'installation.

À défaut de précision dans l'Étude de dangers ou en l'absence de celle-ci, l'exploitant doit signifier au regard du risque foudre, parmi les installations exploitées celles qui sont concernées par une ARF.

Le terme **structure** représente un volume qui peut être fermé, un bâtiment ou un ouvrage. Une structure est une construction destinée à servir d'abri, à protéger de l'environnement extérieur des personnes, des biens et des activités d'au moins une installation. Une installation dépourvue de structure est appelée zone ouverte.

Ce rapport contient une fiche par structure comprenant les caractéristiques essentielles de la structure, les données nécessaires à la réalisation de l'analyse de risque et le récapitulatif des niveaux de protection à mettre en œuvre pour chaque structure.

2.1 Rappels sur les obligations du chef d'établissement

Le chef d'un établissement classé soumis, soit :

- à autorisation pour l'une des rubriques citées dans l'article 16 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié,
- à d'autres rubriques à déclaration ou enregistrement renvoyant au même arrêté,
- à un arrêté préfectoral,

Doit faire réaliser par des organismes compétents (personnes et organismes qualifiés par un organisme indépendant selon un référentiel approuvé par le ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement) :

a) Une **analyse du risque foudre (ARF)** qui identifie :

- Les structures qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseau énergie, réseaux de communications, canalisations métalliques de fluides) qui nécessitent une équipotentialité ;
- La liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- Les besoins de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

Cette analyse est **systématiquement mise à jour** à l'occasion de modifications substantielles au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement et à chaque révision de l'étude de dangers (et donc des scénarios) mais aussi pour toute modification des installations qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF.

Elle peut également être demandée par le préfet pour des structures classées soumises à autorisation non visées par l'annexe de cet arrêté si leur agression par la foudre est susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour les exploitations agricoles, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

Ces dispositions sont également applicables aux exploitations de carrières au sens des articles 1^{er} et 4 du code minier.

b) Une **étude technique foudre (ETF)**

En fonction des résultats de l'ARF, une ETF est réalisée, définissant précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu de leur implantation ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'étude technique et est complétée si besoin après la mise en place des dispositifs de protection.

Un carnet de bord dont les chapitres sont rédigés lors de l'étude technique est tenu à jour par l'exploitant.

c) **L'installation des dispositifs de protection foudre** et mise en place des mesures

L'installation des dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention sont réalisées à l'issue de l'étude technique :

- **Au plus tard 2 ans après la réalisation de l'A.R.F.** pour les structures existantes ;
- **Avant la mise en exploitation pour les structures** dont la demande d'autorisation a été déposée après le 24 août 2008.

d) La **vérification des dispositifs** de protection foudre

L'installation des protections doit faire l'objet d'une vérification complète par un organisme distinct de l'installateur **au plus tard 6 mois après sa réalisation.**

Une vérification visuelle et une vérification complète sont à faire réaliser alternativement tous les ans.

Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une remise en état, celle-ci doit être réalisée dans un **délai maximum d'un mois.**

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre sont à consigner dans le carnet de bord. Les enregistrements des agressions de la foudre sont à dater et si possible localisés sur le site.

En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection est à réaliser dans un **délai maximum d'un mois.**

2.2 Références réglementaires

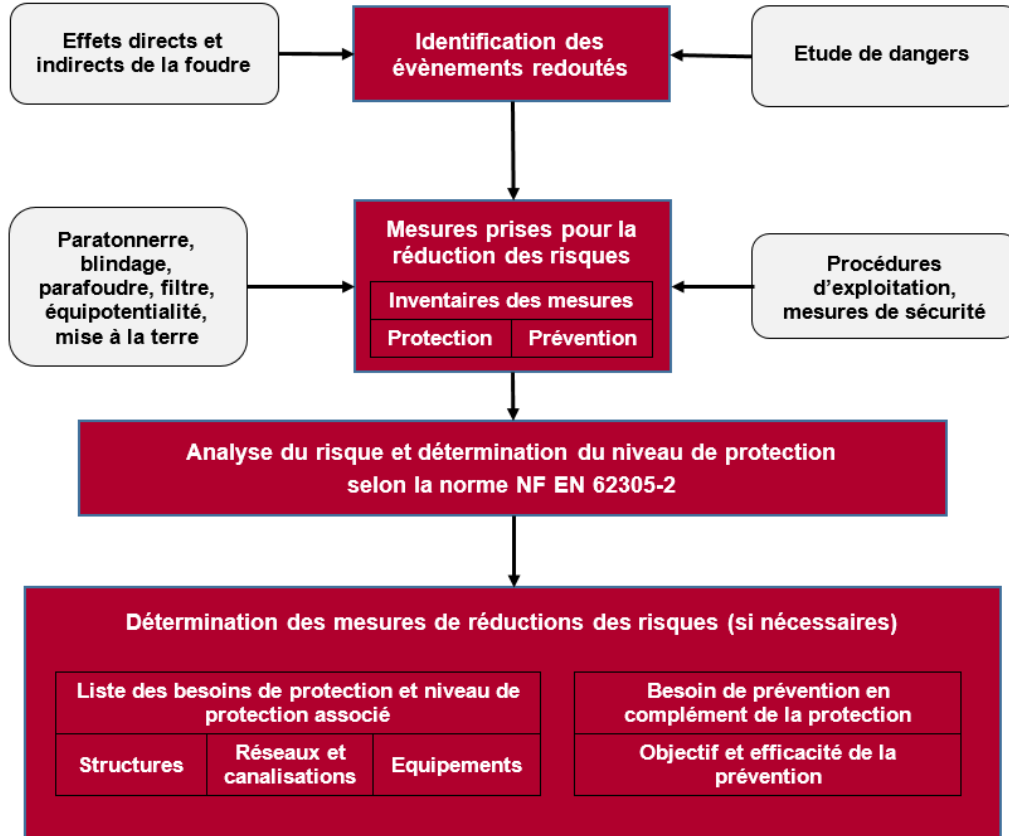
Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
Circulaire du 24 avril 2008 relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées (NOR DEVP0801538C)
Norme NF EN 62305-2 (2006) et interprétation NF EN 62305-2 F1 (2011)
Arrêtés types du site soumis à enregistrement (N°1510, 1530 et/ ou 1532, 2910) renvoyant pour un moins une des rubriques de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

2.3 Installations et rubriques concernées

Liste des rubriques auxquelles est soumis l'établissement et rendant applicable l'arrêté du 04/10/2010 modifié ou l'évaluation du risque foudre sur les structures		
Rubrique	Régime	Désignation
2910.A	E	Installation de Combustion à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770, 2771 et 2971 (Groupe Electrogène).
2910.B	E	Installation de Combustion à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770, 2771 et 2971 (Chaudières).
Autres rubriques nommées et pour lesquelles la démarche foudre n'est pas exigée :		
Rubrique	Régime	Désignation
1630	D	Soude ou potasse caustique (emploi ou stockage de lessives de).
4441	D	Liquides comburants catégories 1, 2 ou 3.
4510	D	Stockage de produits dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1.
4310.2	D	Gaz inflammables catégorie 1 et 2
4715	NC	Hydrogène
4734-1	NC	Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naptas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement.
4801	NC	Houille, coke, lignite, charbon de bois, goudron, asphalte, brais et matière bitumineuse
2771	<i>Non défini à date du projet</i>	Installation de traitement thermique de déchets non dangereux
3520 (IED)	<i>Non défini à date du projet</i>	Élimination ou valorisation de déchets dans des installations d'incinération des déchets ou des installations de coïncinération des déchets a) Pour les déchets non dangereux avec une capacité supérieure à 3 tonnes par heure (A)
A → Autorisation/ E → Enregistrement/ D → Déclaration/ DC → Déclaration avec contrôle périodique/ NC → Non classé		

2.4 Conduite de l'analyse du risque foudre

L'analyse de risque foudre d'une structure industrielle, relevant d'un même exploitant, est réalisée selon la méthode de la norme NF EN 62305-2 (novembre 2006) et menée selon le schéma suivant issu de la circulaire du 24/04/2008 :



Méthode probabiliste :

L'évaluation probabiliste du risque permet une classification des risques de la structure. Elle permet de définir les niveaux de protections à atteindre pour les bâtiments afin de lutter contre les effets directs et indirects de la foudre en considérant qu'aucune mesure de protection et de prévention n'est en place.

La méthode utilisée s'applique aux structures fermées. Elle tient compte des dimensions de la structure du bâtiment, de l'activité qu'il abrite et des dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les risques de dommages causés par la foudre peuvent être de 4 types :

R1 : Risque de perte humaine ;

R2 : Risque de perte de service public ;

R3 : Risque de perte d'héritage culturel ;

R4 : Risque de pertes économiques.

Suivant la circulaire du 24/04/2008, **seul le risque R1 est pris en considération.**

Lorsque le risque calculé est supérieur au risque acceptable, des solutions de protection et de prévention sont adoptées jusqu'à ce que le risque soit rendu acceptable.

Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection.

Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre à l'aide de parafoudres, d'interconnexions de canalisations et de paratonnerres.

La présence de systèmes de détection et d'extinction incendie est également prise en compte dans l'optimisation du résultat.

Zone ouverte : lorsque la norme NF-EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié tels que sur les cheminées, aéroréfrigérants, racks, stockages extérieurs) cette méthode est choisie. Les installations particulières en zone ouverte font l'objet d'un calcul suivant la norme NF EN 62305-2 mais la seule composante R_B est déterminée (suivant le guide GTA F2C ARF).

Analyse complémentaire :

Dans certains cas, une analyse « déterministe » des phénomènes peut être utilisée en complément de l'analyse probabiliste. Cette méthode consiste à décider de protéger une installation sans prendre en compte l'occurrence de l'événement foudre. Dans l'approche déterministe, les modes de défaillance des installations sont préalablement identifiés par l'exploitant.

Dans l'ARF, pour traiter les risques qui affectent les équipements ou les fonctions EIPS pour lesquels l'intégrité doit être préservée pour assurer la sécurité dans le cadre des Mesures de Maitrise des Risque MMR, cette méthode sera appliquée. Un équipement défini comme EIPS sera alors systématiquement protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes. Le niveau de protection foudre minimal requis sera alors le niveau IV.

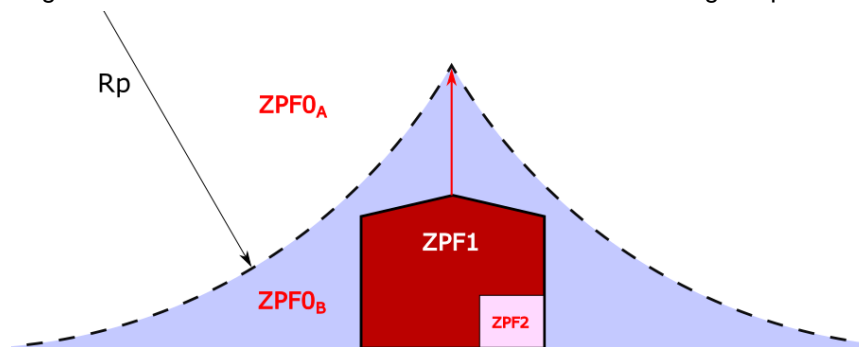
Détermination des zones à l'intérieur de la structure :

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures. Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacune d'elles.

Afin de ne pas surévaluer le risque global, chaque structure a été divisée en zones. Une **zone de structures Z_s** , selon la norme NF EN 62305-2, est une partie de la structure dont les caractéristiques sont homogènes (type de sol, nombre de personnes, risques ...) et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation des composantes du risque.

Au-delà des zones de structures Z_s , il peut y avoir des **zones de protection foudre ZPF** délimitées :

- soit par une zone extérieure à la structure, exposée ($ZPF0_A$) ou protégée ($ZPF0_B$) contre les coups de foudre directs et avec un environnement électromagnétique total ;
- soit par une ou des zones intérieures à la structure ($ZPF1$, $ZPF2..$), dans lesquelles le courant de foudre est limité par le partage de celui-ci à la frontière et l'environnement électromagnétique est atténué.



A chaque franchissement de ZPF des structures pour lesquelles un niveau de protection foudre est déterminé dans l'ARF, des mesures de protection foudre doivent être mises en œuvre comme prescrit dans les normes NF EN 62305 (réduction de champ, cheminement des canalisations, liaisons des parties métalliques entrantes par conducteurs ou parafoudres...).

Les Z_s selon la NF EN 62305-2 peuvent être des ZPF selon la norme NF EN 62305-4 mais peuvent aussi être différentes.

Détermination du risque d'incendie :

Structure présentant un risque élevé : structure en matériaux combustibles ou structures dont le toit est en matériaux combustibles ou structure avec une charge calorifique particulière supérieure à 800MJ/m^2 .

Structure présentant un risque ordinaire : structure dont la charge calorifique est comprise entre 400 et 800MJ/m^2 .

Structure présentant un risque faible : structures avec une charge calorifique inférieure à 400MJ/m^2 ou structure ne contenant qu'occasionnellement des matériaux combustibles.

Nota : Une zone n'est considérée à risque d'explosion, que si ce risque est permanent (zone 0).

Définition et efficacité des niveaux de protection :

Niveau de protection défini	Rayon sphère fictive (m)	Taille mailles (m)	Espace entre conducteurs de descente (m)	Courant crête minimal (kA)	Probabilité que le courant de foudre soit < au courant mini	Courant crête maximal (kA)	Probabilité que le courant de foudre soit > au courant maxi
I	20	5X5	10	3	0,99	200	0,99
II	30	10X10	10	5	0,98	150	0,97
III	45	15X15	15	10	0,97	100	0,91
IV	60	20X20	20	16	0,97	100	0,84

2.5 Etendue de la mission

Notre mission consiste à réaliser :

- Une ARF portant sur l'ensemble des installations du site.

Cette analyse du risque foudre (ARF) a été faite sur plans. Des modifications du projet par rapport aux éléments fournis pour la mener, une augmentation des risques calculés ou la fourniture d'un zonage ATEX après réalisation peuvent faire évoluer les conclusions du présent rapport. Une mise à jour sera nécessaire en cas de modifications notables des données d'entrées.

2.6 Limites de l'analyse du risque foudre

Afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens ainsi que la continuité de service des équipements et fonctions de sécurité, l'ARF consiste à :

- Déterminer le niveau de protection requis pour la protection contre les effets de la foudre des installations ;
- Identifier les mesures de prévention et de protection de l'installation.

Concernant les équipements et fonctions importants pour la sécurité, seuls ceux et celles dont la protection doit être assurée sont évoqués dans l'analyse de risque foudre. Ces équipements et fonctions sont identifiés selon la classification du site (SEVESO ou non), soit parmi les Mesures de Maitrise des Risques (MMR), soit parmi les Eléments Importants Pour la Sécurité (EIPS). Ces éléments sont évoqués dans les évènements redoutés portés par l'étude de dangers (EDD) et il y sera fait référence s'ils peuvent être à l'origine d'un risque potentiel affectant le niveau de sécurité de la structure.

Dans le cadre de l'étude de dangers, l'industriel doit prendre des MMR en vue de la gestion des risques dits majeurs, c'est-à-dire susceptibles d'avoir des effets au-delà des limites du site industriel. Elles sont fondées sur les interventions humaines et les ressources techniques prévues lors de leur détermination, leur caractérisation et leurs critères de performances définies dans l'EDD, voire complétées par l'exploitant si des dangers non avérés dans l'EDD sont de nature à compléter le processus d'analyse et d'identification.

L'appellation MMR est destinée à remplacer les EIPS qui sont bien connus des industriels et sont définis comme les barrières ou dispositifs de sécurité, matériels ou immatériels, destinés à réduire la probabilité et/ou la gravité d'un risque donné.

La prise en compte des éléments EIPS à protéger peut être réduite en cas de besoin si un mode commun de défaillance de la chaîne de sécurité est déterminé :

- Par l'exploitant qui justifie d'une étude de sûreté de fonctionnement des EIPS ;
- Par le fabricant de matériel qui prédéfinit l'élément de mode commun à protéger.

L'ARF n'est pas une vérification de conformité des installations de protection existantes et n'indique pas de solution technique (type de protection contre les effets directs ou indirects de la foudre). La définition de la protection à mettre en place (type de paratonnerres, de parafoudres, de liaisons équipotentielles et autres mesures) ainsi que de la vérification des systèmes de protection existants sont du ressort de l'étude technique foudre.

2.7 Personne(s) rencontrée(s)

La mission se réalise dans cadre d'un projet de construction et sur documents. Nos correspondants ont été Mme Cécile DUBIEN du Service Risques Industriels et ICPE de Bureau Veritas Exploitation de Lyon et Mr Mathieu GRENIER, Chef de Projets Offres de la Société OTV SUD- Veolia Water Technologies :

☎ : 06 46 43 88 35

✉ : mathieu.grenier@veolia.com

Accompagnement : Sans objet (Evaluation sur plan).

Les documents d'entrée pour cette ARF nous ont été communiqués par Mme Cécile DUBIEN et Mr Mathieu GRENIER, en charge du projet.

3 Documents présentés

Pièces administratives liées au classement ICPE du site	
Titre	Date et référence.
B.2.2 - Autorisations environnementales (& rubriques de classement ICPE du projet)	Pièce N°2 : Dossier Technique – Mémoire B Conception générale de l'installation (Offre finale non datée de 2022)

Etude de dangers	
Titre	Date et référence.
B.2.3 - Etude de dangers OFFRE FINALE	Pièce N°2 : dossier technique – Mémoire B Conception général de l'installation Projet B2.3 – Etude de danger – Version du 10/05/2022
MAERA2 – PLAN des ZONES DES EFFETS	OTV_TO1_000_RAQ_180 du 19 mai 2022

Foudre	
Analyse de risque foudre, étude technique foudre ou étude préalable existantes	
Rapport de vérification des installations existantes	
Titre	Date et référence.
ARF du Projet Ext STEP Montpellier (34)	N°7222064_2_1-Rev02 – Bureau Veritas du 23/05/2019
ARF du Projet d'Extension de la STEP "MAERA & VOUS"	N°11645950/2/1-Rev1– Bureau Veritas du 18/11/2021

Protection contre les risques d'explosions (DRPE)	
Titre	Date et référence.
Non présenté	Pas de DRPE en phase projet.
TFTO1 GENERAUX - ZONAGE ATEX	OTV_TO1_000_RAQ_190 de mai 2022
TFTO2 GENERAUX - ZONAGE ATEX	OTV_TO2_000_MOF_190 de novembre 2021
(1) <i>L'absence du Dossier d'étude de dangers nous conduira éventuellement à adopter des choix maximalistes pour l'ensemble des structures.</i>	

Plans de masse des structures	
Titre	Date et référence.
TFTO1 GENERAUX - Plans de masse	OTV_TO1_000_MOF_110 de novembre 2021
TFTO1 GENERAUX – PLAN D'IMPLANTATION	OTV_TO1_000_RAQ_120 IMPLANTATION du 06/05/2022
TFTO1 GENERAUX RESEAUX HUMIDES FILE EAU	OTV_TO1_000_RAQ_130 – RESEAUX HUMIDES du 06/05/2022

Plans de coupe et d'élévation des structures	
Titre	Date et référence.
TFTO1 PRETRAITEMENT - PLAN TOITURE & COUPES	OTV_TO1_I01_RAQ_104 à 122 du 06/05/2022
TFTO1 TRAITEMENT PRIMAIRE - PLAN TOITURE & COUPES	OTV_TF_J01_RAQ_104 à 122 du 06/05/2022
TFTO1 BIOFILTRATION EXTENSION - PLAN TOITURE & COUPES	OTV_TF_N01_RAQ_105 à 121 du 06/05/2022
TFTO1 TRAITEMENT PRIMAIRE - PLAN & COUPES	OTV_TF_J01_RAQ_104 à 122 du 06/05/2022
TFTO1 - PRODUCTION BIOMETHANE- PLAN & COUPES	OTV_TF_P01_MOF_100 – de novembre 2021
TFTO1 - TRAITEMENT THERMIQUE - PLAN TOITURE & COUPES	OTV_TO1_Q02_RAQ_104 à 122 du 06/05/2022
TFTO1 - STOCKAGE BOUES DESHYDRATEES - PLAN TOITURE & COUPES	OTV_TO1_Q01_MOF_103 à 113 du 06/05/2022
TFTO1 - BACHE A BOUES DIGEREES - PLAN COUPES	OTV_TF_K12_MOF_100 - de Novembre 2021
TFTO1 - DIGESTEURS 1 2 ET 3- PLAN COUPES	OTV_TF_K10_MOF_100 - de Novembre 2021
TFTO1 - TORCHERE - VUE EN PLAN et COUPE	OTV_TF_R02_MOF_100 – de novembre 2021
TFTO1 - PILOTE METHANATION	OTV_TF_P02_MOF_100 - de novembre 2021
TFTO1 - POMPAGE BOOSTER	OTV_TF_N02_MOF_100 - de novembre 2021

Schéma de principe du réseau de terre	
Titre	Date et référence.
Schéma de principe du réseau de terre	Non communiqué

Relevé des fonctions importantes pour la sécurité (EIPS)	
Titre	Date et référence.
Suivant projet d'étude de danger	La liste a été établie sur la base du projet d'étude de danger communiquée par la société OTV

Schémas et synoptiques électriques	
Titre	Référence/ Date
Architecture Haute-Tension EL01a - Schéma de principe	B.3.2 - Annexe EL01a - Architecture HTABT – Mai 2022
Architecture Haute-Tension EL01b - Schéma de principe	B.3.2 - Annexe EL01b - Architecture HTABT – Mai 2022

Nota : l'absence du Dossier d'étude de dangers (uniquement pour les installations soumises à autorisation) conduira éventuellement à adopter des choix maximalistes pour l'ensemble des structures.

4 Généralités sur le site

4.1 Données nécessaires à l'approche de l'analyse du risque foudre

Il y a lieu de se reporter à chacune des fiches dans le corps du rapport de cette analyse du risque foudre pour avoir un détail des nécessités de protection mises en évidence.

Activité de l'établissement	Etablissement industriel soumis à la législation des Installations classées ayant pour activité principale : unité de méthanisation de déchets non dangereux extérieurs.
Caractéristiques	<p>Descriptif du site et des services entrants : Le site est alimenté en HT par l'intermédiaire d'une ligne souterraine aboutissant dans le poste de livraison du site (boucle HT), et dont la longueur au premier nœud d'alimentation n'est pas connue.</p> <p>Les télécommunications avec l'extérieur sont transmises par l'intermédiaire d'une ligne souterraine aboutissant dans les locaux d'exploitations, et dont la longueur au premier nœud de répartition n'est pas connue.</p> <p>Les types de canalisation d'alimentation en gaz et en eau n'ont pu être identifiés (étude sur plan).</p> <p>Structures adjacentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Au Nord, plusieurs habitations sont regroupées à proximité immédiate de la station d'épuration. L'espace est ensuite occupé par des serres, des terrains cultivés ou en friche et des maisons dispersées, - Au Sud, on trouve des terrains cultivés et quelques maisons en rive gauche du Lez. En rive droite du Lez s'étend le Nord du faubourg de Lattes caractérisé par une zone pavillonnaire à densité de population élevée, - l'Est, un chemin de promenade, le Lez puis des champs cultivés, - À l'Ouest, l'espace est principalement occupé par des serres, des terrains cultivés ou en friche et quelques maisons dispersées. <p>Topologie du site :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terrain plat dans une vallée
Service de secours	Les services de secours (S.D.I.S) sont situés 1635 Avenue Albert Einstein, à Montpellier (34) à environ 7,8km du site (Environ 10 minutes du site).
Mesures de prévention en cas d'orage	Aucune mesure de prévention particulière n'est prévue.
Système de détection d'orage	Le site n'est pas équipé de dispositif particulier.
Données statistiques	<p>La norme NF EN 62858 de 2019 vise à établir des règles communes et à déterminer des méthodes fiables pour l'établissement de statistiques de foudroiement qui servent de base aux ARF.</p> <p>Les informations peuvent-être directement fournies par un opérateur du réseau de détection foudre. Il a été fait le choix d'utiliser le réseau Météorage et de retenir comme densité de foudroiement N_G, la valeur N_{SG} relative aux points de contact au sol et basée sur un découpage administratif officiel des communes. Cette densité de foudroiement représente une moyenne sur les 10 dernières années (2011/2020).</p> <p>La densité de foudroiement N_G (nombre d'impacts par km^2 et par an) = $N_{SG} = 1,93$ (Densité de foudroiement pour le département de l'Herault (34), recueillie sur le site de Météorage le 15/02/2022).</p> <p>Nota : la valeur moyenne France est de 1,1.</p>



Figure 2 : Occupation des sols au voisinage du site (source dossier de Porter à Connaissance 2015)

- Limites de la STEP
- Champ, friche
- Serre
- le Lez
- Chemin de promenade

Photographie aérienne du site



Vue du projet

4.2 Identification des événements redoutés et moyens de prévention/protection associés

4.2.1 Les scénarii et phénomènes dangereux

Les MMR, issus de l'étude dangers, identifient les mesures de prévention et de protection de l'installation visant à limiter la gravité des dommages et l'occurrence des situations dangereuses à un niveau acceptable au regard des phénomènes dangereux (PhD) considérés comme **majeurs**. Parmi ces MMR, l'ARF identifie ces éléments qualifiés d'importants pour la sécurité (EIPS) afin d'éviter ou réduire les dangers dus à la foudre et de diminuer leur gravité.

L'ARF considère que les solutions définies par l'étude de dangers et par le DRPE sont mises en œuvre par l'exploitant.

Scenario retenu – Localisation	La foudre peut-elle être un facteur déclenchant du scénario ?	Moyens de protection/prévention mis en œuvre pour limiter les conséquences du scénario	La foudre peut-elle être un facteur aggravant en affectant les moyens de protection/ préventions existants ?
Incendie / explosion/ Fuite toxique – Général site	OUI	<p>Mesures générales de prévention (Non détaillées dans le dossier) :</p> <p>La totalité du personnel exploitant est formé :</p> <p>Une détection incendie est installée dans tous les bâtiments à risque d'incendie.</p> <p>Afin de sécuriser le stockage des produits chimiques, les produits sont conditionnés et stockés sur rétention en respectant les règles d'incompatibilité.</p> <p>Tous les travaux avec feu nu ou point chaud nécessitent un permis de feu : il s'agit d'une autorisation de travaux par points chauds.</p> <p>Les installations et le matériel électrique sont conformes aux prescriptions de la norme NFC 15-100 « installations électriques basse tension ».</p> <p>Vis-à-vis de l'incendie, les mesures de prévention prises sont :</p> <ul style="list-style-type: none">la limitation des sources d'ignition ;la formation du personnel ;le suivi des paramètres (température, pression).la limitation des sources d'ignition, qui passe par les mesures récapitulées dans le tableau ci-après.la mise en place, dans les locaux à risque d'incendie, de détecteurs incendie. <p>L'ensemble des installations fixes du site est relié à la terre.</p> <p>Dans les zones à risques d'explosion (ATEX), des matériels adaptés sont utilisés (matériels antidéflagrants, à sécurité intrinsèque ou à sécurité augmentée).</p> <p>Tous les locaux et zones à risque d'incendie sont équipés de détecteurs incendie déclenchant une alarme sonore et visuelle.</p> <p>Des RIA et des extincteurs sont judicieusement répartis sur l'ensemble du site.</p> <p>Les mesures de prévention ou de protection prises sont :</p> <ul style="list-style-type: none">dépotage et stockage des produits chimiques sur rétention ;collecte des fuites et/ou épandage accidentels de produits, matières ou digestat dans des regards raccordés aux postes toutes eaux. <p>Inspections visuelles quotidiennes et approfondies des installations,</p>	NON OUI NON NON NON NON OUI OUI OUI NON NON NON NON NON NON NON NON

Généralités

Scenario retenu – Localisation	La foudre peut-elle être un facteur déclenchant du scénario ?	Moyens de protection/prévention mis en œuvre pour limiter les conséquences du scénario	La foudre peut-elle être un facteur aggravant en affectant les moyens de protection/prévention existants ?
		Respect des contrôles réglementaires des différentes installations. Contrôle périodiques d'étanchéité des canalisations à risques	
Dispersion toxique (H2S) / Explosion – Digesteur	OUI	Mesures générales de prévention Mesures de pression et de température dans le digesteur, Présence de pare-flamme au niveau des soupapes pression dépression. Agitation mécanique ce qui élimine le risque de surpression liée à une remise en service du brassage après arrêt prolongé, Détection CH4, Digesteur en béton résistant à la pression (de rupture estimé à 200mBar) Modifications des digesteurs existants Groupe électrogène pour assurer la continuité de l'alimentation électrique	OUI NON OUI OUI NON NON OUI
Explosion – Bâche à boues digérées	OUI	Mesures générales de prévention Extraction mécanique vers désodorisation, Détection CH4, Groupes électrogènes de secours, Toiture fusible	OUI OUI OUI NON
Dispersion toxique (H2S)/ Explosion – Gazomètre	OUI	Mesures générales de prévention Détection CH4 Gazomètre conçu avec une faible résistance à la surpression (< 50 mbar)	OUI NON
Incendie / Explosion – Local d'épuration du biogaz – Poste d'injection du bio méthane	OUI	Mesures générales de prévention Détection CH4 Détection H2S Détection incendie	OUI OUI OUI
Dispersion toxique (H2S) / Explosion / Jet enflammé – Réseau biogaz Explosion / Jet enflammé – Réseau bio méthane	OUI	Mesures générales de prévention Tuyauteries conçues et construites conformément aux recommandations professionnelles par une société qualifiée Limitation des brides et raccords (tuyauteries soudées) Mesure de pression (pressostat) dans les tuyauteries de biogaz coupant l'alimentation en biogaz en cas de détection de chute pression. Passage de conduites en aérien limité au maximum et protégé contre les chocs Protection contre les surpressions (soupapes)	NON NON OUI NON
Explosion / Jet enflammé – Pilote	OUI	Mesures générales de prévention Tuyauteries conçues et construites conformément aux recommandations professionnelles par une société qualifiée	NON

Généralités

Scenario retenu – Localisation	La foudre peut-elle être un facteur déclenchant du scénario ?	Moyens de protection/prévention mis en œuvre pour limiter les conséquences du scénario	La foudre peut-elle être un facteur aggravant en affectant les moyens de protection/prévention existants ?
d'électrolyse et bat. Traitement thermique		Limitation des brides et raccords (tuyauteries soudées) Zone process ventilée et/ ou conteneur non résistant à la pression par conception	NON OUI
Incendie/ Explosion – Bâtiment déshydratation et traitement thermique	OUI	Mesures générales de prévention Équipements implantés dans un hall ventilé et désodorisé Détection CH4 (avec coupure de l'alimentation électrique) Détection H2S Détection H2 dans les zones concernées par l'hydrogène Surface éventable permettant d'évacuer la surpression en cas d'explosion Sécurisation de la ventilation dans l'armoire de l'analyseur (avec coupure des énergies en cas de détection)	NON OUI OUI OUI NON OUI
Incendie - Unités fonctionnelles (GE + Supervision)	OUI	Mesures générales de prévention Groupes électrogènes de secours Matériels de contrôle commande et d'informatique liés au process et à la sécurité sur onduleurs d'une autonomie suffisante Aire de dépotage sur rétention de la cuve fioul	OUI OUI NON

4.2.2 Les zones à atmosphères explosibles ou avec matériaux explosifs solides

En référence au guide GTA-F2C-ARF, les zones ATEX de dégagement continu (zones 0 ou 20) sont les seules qui ont été prises en compte dans le cadre d'une analyse de risque foudre.

Elles se limitent pour ce site aux emplacements suivants :

Localisation zones explosives	Etendue de zone	Source de dégagement
Aucune zone 0 ou 20 retenue sur les installations		
Commentaires quant à l'adéquation du matériel dans ces zones		

En référence au guide GTA-F2C-ARF, les zones ATEX de dégagement continu (zones 0 ou 20) sont les seules prises en compte dans le cadre d'une analyse de risque foudre. Au vue des installations du projet, aucune zone AtEx de dégagement continu n'est retenue dans le cadre de notre analyse.

Néanmoins des zones AtEx (01 et ou 02) peuvent apparaître. Elles seront à établir dans le cadre du DRPCE. Elles se limitent, en première approche de notre part, pour ce site aux emplacements suivants :

Localisation zones ATEX	Etendue de zone	Source de dégagement
Bât. Traitement Thermique/ Silo à Boues	02	Boues (H2S et CH4)
Bât. Traitement Thermique/ Local ammoniacque	02	ammoniacque
Bât. Traitement Thermique/ Stockage H2	02	Fuite Hydrogène
Bât. Traitement Thermique/ Local analyseur	02	Fuites
Bât. Traitement Thermique/ Bruleur arrivée Biogaz	02	CH4
Bât. Traitement Thermique/ Local CAP	22	Poussière
Bâche à boues digérées	02	H2S & CH4
Digesteurs	02	H2S & CH4
Torchères	02	H2S & CH4
Traitement Biogaz	02	CH4
Poste d'injection et évent	02	CH4

4.2.3 Les MMR et EIPS associés

Parmi les Mesures de la Maîtrise du Risque (MMR) définies dans l'Etude de dangers, il doit être déterminé celles qui visent à assurer l'intégrité des Eléments Importants pour la Sécurité (EIPS ou IPS). Selon le guide GTA-F2C, les équipements et fonctions à protéger sont déterminés :

- a) Soit à partir de l'évaluation des composantes des risques dus aux défaillances des réseaux internes : lorsque les composantes R_C , R_M , R_W , R_Z sont différentes de 0, le niveau de protection est alors celui correspondant au traitement du risque R1 ;
- b) Soit par une analyse complémentaire qui dénombre les équipements ou les fonctions pour lesquels l'intégrité doit être préservée afin d'assurer la sécurité : le niveau de protection est celui correspondant au traitement du risque R1 appliqué à la somme des composantes R_A , R_B , R_U , R_V avec un niveau de protection minimal IV.

Dans le cadre de cette ARF, la détermination des risques au regard des EIPS a été réalisée selon le point b) précédent (et la méthode déterministe avec niveau minimal à IV).

Liste des MMR et/ou EIPS proposée avant validation par le client

Installations ou équipements	Localisation	Commentaires	Risque de destruction par la foudre	Zone concernée (ZPF ₀ / ZPF _x ≥1)
Détecteur explosimétrique (CH4) dans les zones à risques d'explosion et alarme	Bâtiment Traitement Thermique	Etude sur plan (à préciser lors de l'étude technique)	Oui	ZPF1/2
Détecteur toxique (H2S) dans les zones à risques et alarme	Bâtiment Traitement Thermique	Etude sur plan (à préciser lors de l'étude technique)	Oui	ZPF1/2
Détecteurs hydrogène (H2) dans les zones à risques et alarme	Bâtiment Traitement Thermique		Oui	ZPF1/2
Extraction du ciel gazeux des ouvrages et envoi vers la désodorisation	- Bâche à boues digérées réhabilitée - Bâtiment déshydratation - traitement thermique		Oui	ZPF1/2
Détection incendie dans les locaux à risque et gestion des alarmes et astreintes	Ensembles des locaux à risques		Oui	ZPF1/2
Matériel ATEX	Ensembles des locaux / ouvrages à risques d'explosion		Oui	ZPF1/2
Maintien en pression par ventilation de la double enveloppe du gazomètre	Gazomètre		Oui	ZPF1/2
Supervision process	Bâtiment exploitation		Oui	ZPF1/2
Groupes électrogènes pour assurer la continuité de l'alimentation électrique (ventilation, sécurité supervision)	Locaux GE du site		Oui	ZPF1/2
Moyens d'alerte des secours (et gestion des alarmes et astreintes)	Arrivées téléphonique et autocom (locaux techniques – Locaux d'exploitation).		Oui	ZPF1/2
Gestion des alarmes et alertes (reports de supervision)	Locaux d'exploitation		Oui	ZPF2

* La liste des MMR/EIPS est issue des moyens de prévention/protection de l'EDD et qui sont à mettre en place pour limiter les conséquences d'un scénario.

4.3 Structures retenues dans l'ARF

Si l'ensemble d'un site classé ICPE soumis à l'arrêté du 04/10/2010 est concerné par l'analyse du risque foudre, certaines de ses installations peuvent ne pas faire l'objet d'une analyse approfondie. Notamment, dans la mesure où elles n'entraînent pas de risque pour leur environnement et où elles ne contiennent pas de dispositifs intervenant dans la gestion de la sécurité du site.

Suite à l'examen des documents fournis, les structures devant faire l'objet d'une analyse détaillée sont les suivantes :

N° de fiche	Structures retenues
01	Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, déssablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B)
02	Zone J - Bât. Traitement primaire nouveau (Rep.06)
03	Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)
04	Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)
05	Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)
06	Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)
07	Zone N - Bâtiment Biofiltration extension & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)

En revanche, et compte tenu des justifications figurant dans le tableau ci-dessous, les structures suivantes ne feront pas l'objet d'une analyse particulière :

Structures non retenues	Justification
Ensemble des bâtiments existant sur le site	Une ARF a déjà été établie sur l'ensemble des structures existantes du site. Notre projet d'ARF ne porte que sur les extensions portées par le nouveau projet et les structures pour lesquels des scénarii ou équipements IPS ou MMR sont consignés.

4.4 Choix de la méthode d'analyse

Conformément aux prescriptions du guide méthodologique GTA F2C 03-22 version 2.0, la méthode utilisée pour mener l'analyse de risque sera la méthode probabiliste.

L'analyse des risques est effectuée structure par structure et le détail des données d'entrée utilisées pour la détermination du niveau de protection figure dans les chapitres ci-après.

L'analyse des risques consiste à identifier, sur les bases de l'Etude de dangers, les informations déclarées par cette étude, les activités de l'installation, les substances et les procédés à risque, ceux pour lesquels une agression de la foudre est un événement initiateur ou un facteur aggravant présentant un risque majeur impliquant des substances dangereuses présentes dans l'installation. En absence d'étude de dangers, les informations seront relevées dans le dossier d'enregistrement ICPE fourni ou, à défaut, prises sur site lors de la visite.

5 Structure 01 – Identification : Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, dessablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B

5.1 Description de la structure

Activité principale de la structure	Fosses de réception, dégrillage, dessablage et désodorisation
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux	
Dimensions (m) (A_d)	L (m) : 56 l (m) : 60 h (m) : 11 h max (m) : 15 (<i>conduit de cheminée</i>) Structure ne pouvant pas se décrire avec seulement 3 dimensions : voir le dessin en annexe. La surface de capture équivalente est de 12 880 m ² et les dimensions ci-dessus sont données afin d'obtenir une surface de capture équivalente
Facteur d'emplacement (C_d) - Les objets considérés sont ceux dans l'aire d'exposition équivalente de la structure.	0,5 : structure entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits.
Blindage spatial externe de la structure	
Blindage de la structure toutes zones (K_{s1}) - Frontière ZPF _{0/1}	1 : pas de blindage extérieur
Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse	
Constitution	Ossature : maçonnerie traditionnelle Charpente : En cours d'étude Couverture : En cours d'étude plan Parois : En cours d'étude
Nature du réseau de terre et des liaisons avec les éléments métalliques de la structure.	Non connue (Etude sur plans)
Particularités	Présence d'un Poste HT/BT (2 x 1250kVA), local TGBT (Régime de neutre : TN-S) et d'un local GE (2700kVA), Pas de zonage AtEx retenu pour cette structure.

Les services comme les canalisations de transport de fluide reliant les structures entre elles ou provenant de l'extérieur du site conduisent le courant de foudre. Elles doivent être identifiées et la liste dans le tableau ci-dessous dénombre l'existence de ces liaisons entrantes ou sortantes sans préjuger de l'efficacité et de la fiabilité des équipotentialités éventuellement réalisées. La nécessité de protéger les liaisons conductrices est traitée dans les conclusions du rapport :

Canalisations de fluides sortantes ou entrantes dans la structure		
Eléments	Localisation	Liaisons équipotentielle avec la prise de terre du bâtiment
Canalisations d'eau	Etude sur plan	Non défini
Canalisations de gaz	Etude sur plan	Non défini

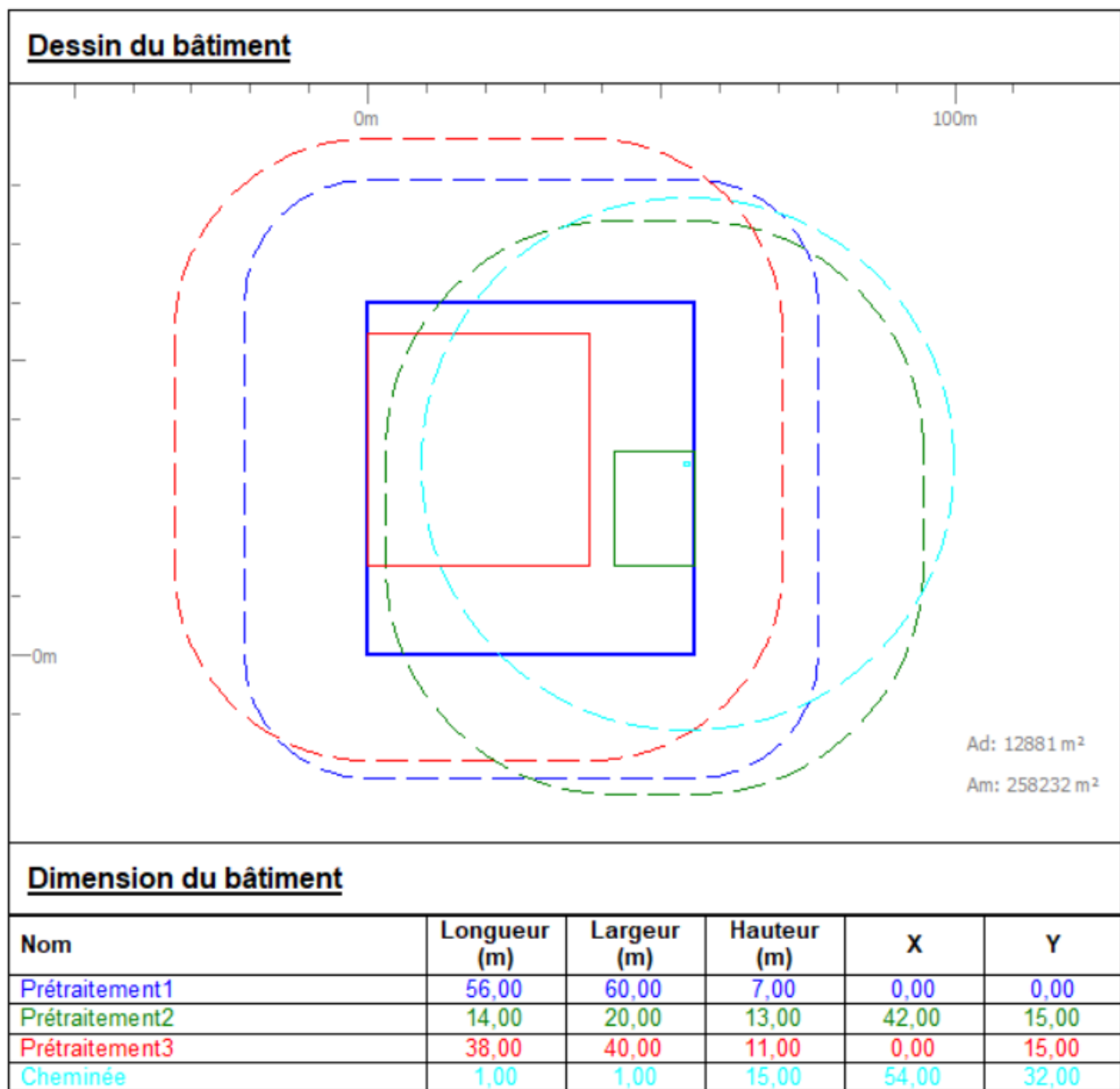
L'inventaire ci-après consiste à identifier et relever le système de protection foudre existant sans préjuger de son efficacité et de sa fiabilité qui ne font pas l'objet de l'analyse du risque foudre. Il est fait abstraction du système de protection foudre existant dans l'évaluation du niveau de protection à atteindre :

Dispositifs de protection foudre existants		
Protections contre les effets directs de la foudre		
Type	Hauteur (m)	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		
Protections contre les effets indirects de la foudre		
Localisation	Type	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		

La liste ci-dessous inventorie les éléments importants pour la sécurité liés au MMR qui s'appliquent à cette structure. Ces équipements nécessitent la mise en place d'une protection due à l'écoulement du courant de foudre :

MMR / Eléments Importants Pour la Sécurité		
Eléments	Localisation (ZPF)	Protégé par parafoudres
Centrales de détection incendie	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)
Centrales de détection gaz	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)
Le secours électrique par groupe électrogène	Local GE	Sans objet (Etude sur plan)
Gestion des alarmes et alertes (reports de supervision)	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)

5.2 Modélisation de la structure



5.3 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure

Pour cette structure comportant plusieurs services connectés avec le même cheminement entre structures, celui-ci est perçu comme une voie. Les calculs ne sont réalisés que pour le service présentant les caractéristiques les plus défavorables.

LIGNE N° 01	
Nature de la ligne : énergie	Nom de la ligne : Energie HT/BT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	1000m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	0,2 : service avec présence d'un transformateur deux enroulements (HT/BT)
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$

LIGNE N° 02	
Nature de la ligne : transmission de données	Nom de la ligne : Réseau CFa
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	1000m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	1 : service sans transformateur
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$

5.4 Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure

En référence au § 2.4, les zones de structure Z_s qui ont été déterminées, et auxquelles seront affectées des zones de protection foudre ZPF, sont les suivantes :

- Zone Z_{s01} : Bâtiment prétraitement

ZONE DE STRUCTURE Z_s N° 01		Bâtiment prétraitement	
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF1 : courant de foudre limité ou induit avec champ magnétique atténué	
Services externes pénétrant dans la zone			
Systèmes intérieurs à la zone		Lignes n° 01 & 02	
Probabilité des dommages liés aux lignes			
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{s3}	Type câblage Externe à la zone (P_{LD} et P_{LI})	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{s4})
01	0,2 : câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille (boucles dans un même conduit ou avec cheminement dans de petits bâtiments - surface de boucle de l'ordre de $10m^2$).	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$	2,5kV
02	0,001 : câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas			
Type de plancher (r_u)		0,01 (béton)	
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants			
Protections contre tension de contact et de pas (P_u)		1 : pas de mesures de protection	
Incendie			
Protection anti-incendie (r_p)	0,2 : installations d'alarmes automatiques		
	Justification : présence d'une centrale de détection incendie équipée d'une protection contre les surtensions adaptée (hypothèse) et avec un temps d'intervention des pompiers inférieur à 10mn.		
Risque d'incendie (r_i)	0,01 : ordinaire (entre 400 et $800MJ/m^2$)		
	Justification : devant l'impossibilité de quantifier la matière inflammable, le potentiel calorifique de l'activité « fabrication utilisation de produits d'entretien » est estimé à $400MJ/m^2$ en référence une l'étude universitaire de 2011 menée à la demande de la direction prévention incendie belge		
Blindage spatial interne à la zone			
Blindage interne de la zone considérée (K_{s2}) - Frontière ZPF_{XY} avec $X > 0$ et $Y > 1$		1 : pas de blindage intérieur à la zone	
Pertes humaines			
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,0001 (personnes à l'intérieur des bâtiments)	
Dommages physiques en cas d'incendie (L_f)		Valeur typique : 0,05 (locaux industriels, commerciaux et scolaires)	
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		2 : faible niveau de panique	
		Justification : absence de scénario d'accident associé à la structure Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.	
En cas de défaillances des réseaux internes (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		Valeur typique : 0 (absence de risque)	

5.5 Description de la zone à l'extérieur de la structure

La ou les zones décrites ci-dessous sont celles situées dans les 3m à l'extérieur de la structure. Seul le risque R_A lié aux blessures sur les êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas est pris en compte. Les autres pertes et facteurs qui ne sont pas dans le tableau n'ont pas d'influence sur le calcul du risque.

ZONE N°0b		Extérieure
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF0B
Services externes pénétrant dans la zone		
Systèmes intérieurs à la zone		Ligne(s) L01 à L02
Probabilité des dommages		
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{S3}	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{S4})
01	0,0002 : câble écranté avec résistance de blindage $1 \leq R_s \leq 5\Omega/\text{km}$ (mise à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison). Câbles blindés et cheminant dans des conduits métal.	4kV
02	0,001 : câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/\text{km}$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des blessures sur les êtres vivants		
Type de sol (r_a)		0,00001 (asphalte)
Protections contre tension de contact et de pas (P_a)		1 : pas de mesures de protection
Incendie		
Protection anti-incendie (r_p)		0,5 : extinction manuelle Justification : bornes incendie sur le site
Risque d'incendie (r_f)		0 : aucun risque Justification : absence de stockage de produit combustible dans la zone des 3m.
Pertes humaines		
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,01 (personnes à l'extérieur)
En cas d'incendie (L_f)		Valeur typique : 0,005 (locaux industriels comprenant de nombreux éléments métalliques permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages)
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		1 : pas de danger particulier Justification : absence de scénario d'accident associé à la structure Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		0 (non applicable en extérieur)

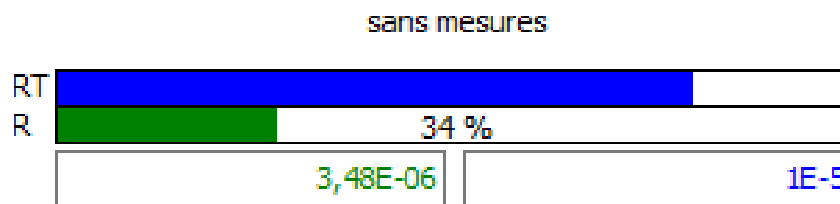
5.6 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines ou blessures permanentes).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par la norme à 10^{-5} , l'installation est alors considérée comme protégée.

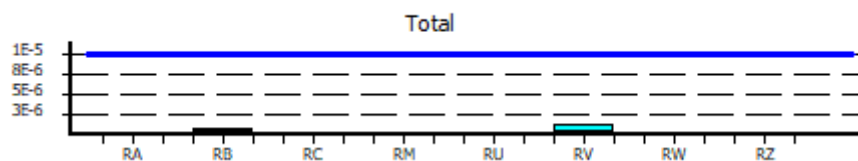
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en œuvre.

5.6.1 Risque estimé avant mise en place des protections



Le risque total R1 a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure et il est inférieur au risque tolérable RT. De ce fait aucune protection sur la structure et les lignes n'est à mettre en place.

Les différentes composantes du risque avant mise en place des protections sont les suivantes :



Voir détail des composantes du risque ci-dessous.

Avec :

RT : Risque tolérable.

R1 : Risque estimé

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

5.6.2 Analyse des protections à mettre en œuvre

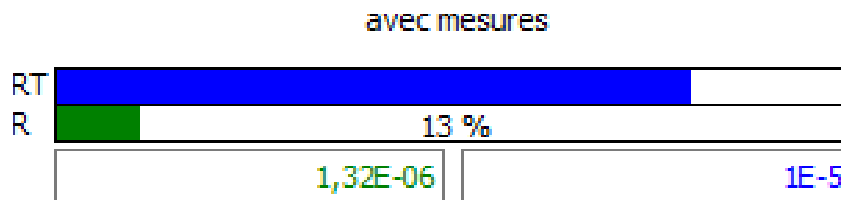
Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet STR01 - Prétraitement (Fosses, dégrillage, désablage et désodorisation - Rep. 01,02,03 & 29b) et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
ZPF 0B	pEB: Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	3.000E-02
	<u>Réseau HT/BT:</u>	
ZPF 1	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02
	<u>Réseau courant faible:</u>	
ZPF 1	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02
	<u>Réseau HT/BT:</u>	
ZPF 1	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02

Le niveau du risque après la mise en place des protections désignées ci-dessus est le suivant et est bien inférieur au risque tolérable RT :

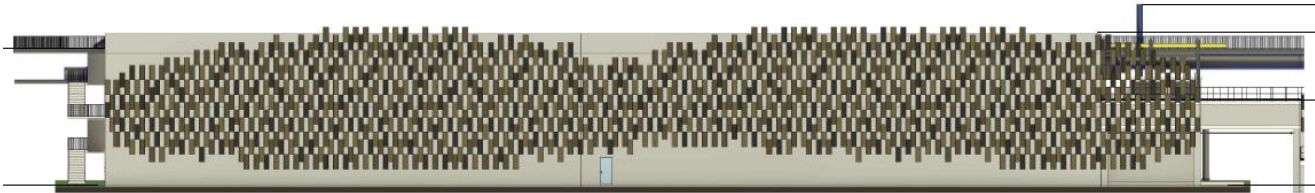
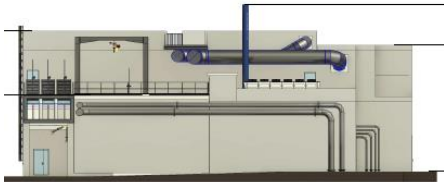


5.7 Conclusions des évaluations des risques sur la structure

Structure 01 – Identification : Zone I - Bâtiment prétraitement (Fosses de réception, dégrillage, déssablage et désodorisation - Rep. 01, 02, 03 et 29B)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.	Pas d'obligation
Lignes entrantes	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Eléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision et réseau ondulée, - Centrales de détection gaz (CH4), - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentiels au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentiels doit être reportée sur un plan.	NP IV
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, La localisation des liaisons équipotentiels doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentiels (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).	

6 Structure 02 – Identification : Zone J - Bât.Traitement primaire nouveau (Rep.06)

6.1 Description de la structure

Activité principale de la structure	Nouveau Bât.de Traitement primaire
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux	
Dimensions (m) (A_d)	L (m) : 68 l (m) : 56 h (m) : 12 h max (m) : 14,5 (<i>objet</i>) Structure ne pouvant pas se décrire avec seulement 3 dimensions : voir le dessin en annexe. La surface de capture équivalente est de xxxm ² et les dimensions ci-dessus sont données afin d'obtenir une surface de capture équivalente
Facteur d'emplacement (C_d) - Les objets considérés sont ceux dans l'aire d'exposition équivalente de la structure.	0,5 : structure entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits.
Blindage spatial externe de la structure	
Blindage de la structure toutes zones (K_{S1}) - Frontière ZPF _{0/1}	1 : pas de blindage extérieur
Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse	
Constitution	Ossature : maçonnerie traditionnelle Charpente : En cours d'étude Couverture : En cours d'étude plan Parois : En cours d'étude
Nature du réseau de terre et des liaisons avec les éléments métalliques de la structure.	Non connue (Etude sur plans)
Particularités	Présence d'un Poste HT/BT (2500kVA), local TGBT (Régime de neutre : TN-S) et d'un local GE (1800kVA), Pas de zonage AtEx retenu pour cette structure.
	
Vue façade Est (non contractuelle du projet avant révision de mai 2022)	
	
Vue façade Nord (non contractuelle du projet avant révision de mai 2022)	

Canalisations de fluides sortantes ou entrantes dans la structure		
Eléments	Localisation	Liaisons équipotentielles avec la prise de terre du bâtiment
Canalisations d'eau	Etude sur plan	Non défini

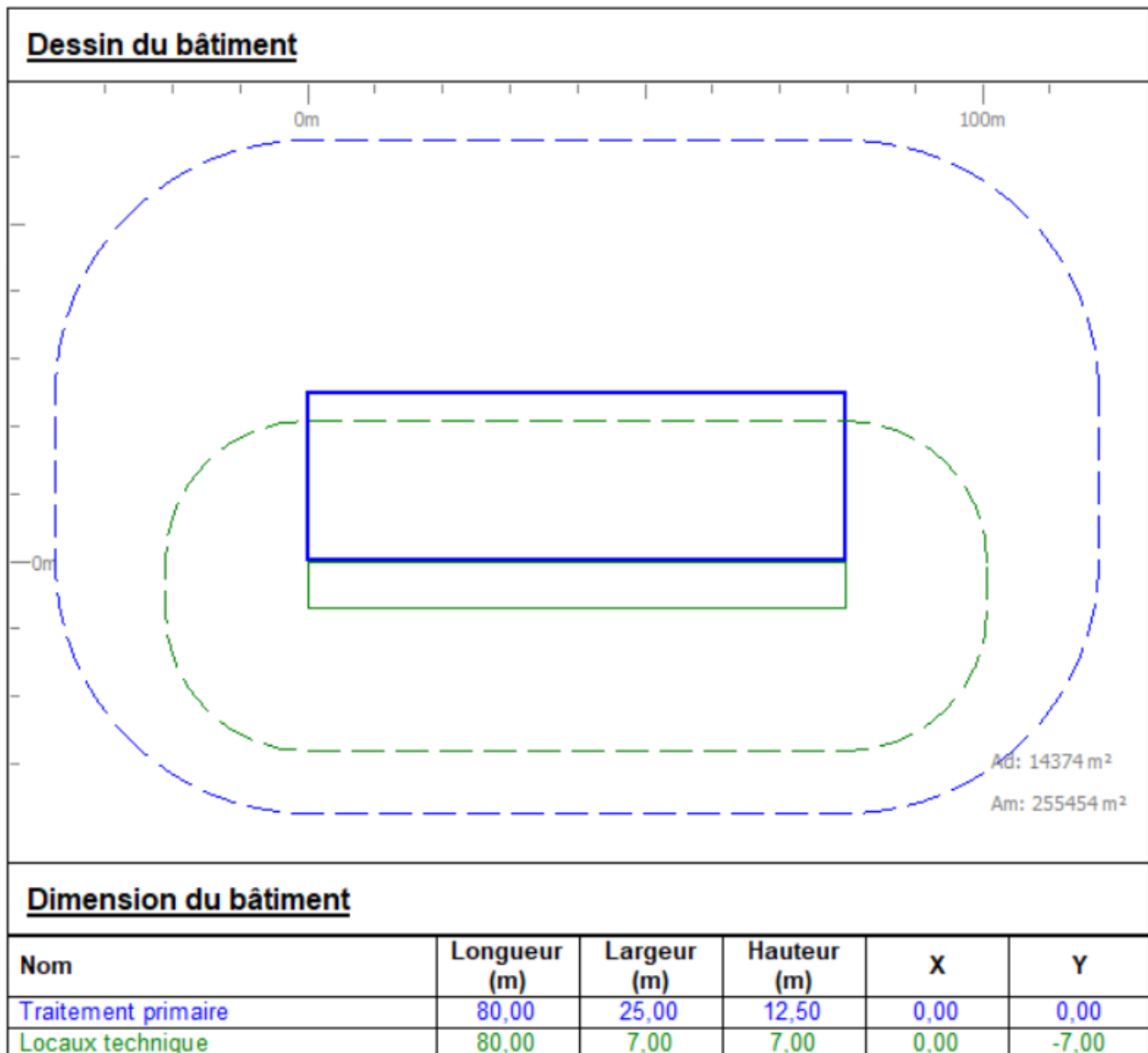
L'inventaire ci-après consiste à identifier et relever le système de protection foudre existant sans préjuger de son efficacité et de sa fiabilité qui ne font pas l'objet de l'analyse du risque foudre. Il est fait abstraction du système de protection foudre existant dans l'évaluation du niveau de protection à atteindre :

Dispositifs de protection foudre existants		
Protections contre les effets directs de la foudre		
Type	Hauteur (m)	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		
Protections contre les effets indirects de la foudre		
Localisation	Type	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		

La liste ci-dessous inventorie les éléments importants pour la sécurité liés au MMR qui s'appliquent à cette structure. Ces équipements nécessitent la mise en place d'une protection due à l'écoulement du courant de foudre :

MMR / Eléments Importants Pour la Sécurité		
Eléments	Localisation (ZPF)	Protégé par parafoudres
Centrales de détection incendie	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)
Le secours électrique par groupe électrogène	Local GE	Sans objet (Etude sur plan)
Gestion des alarmes et alertes (reports de supervision)	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)

6.2 Modélisation de la structure



6.3 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure

Pour cette structure comportant plusieurs services connectés avec le même cheminement entre structures, celui-ci est perçu comme une voie. Les calculs ne sont réalisés que pour le service présentant les caractéristiques les plus défavorables.

LIGNE N° 01	
Nature de la ligne : énergie	Nom de la ligne : Energie HT/BT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	1000m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	0,2 : service avec présence d'un transformateur deux enroulements (HT/BT)
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$

LIGNE N° 02	
Nature de la ligne : transmission de données	Nom de la ligne : Réseau CFa
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	1000m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	1 : service sans transformateur
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$

6.4 Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure

En référence au § 2.4, les zones de structure Z_s qui ont été déterminées, et auxquelles seront affectées des zones de protection foudre ZPF, sont les suivantes :

- Zone Zs01 : Bâtiment traitement primaire

ZONE DE STRUCTURE Z_s N° 01		Bâtiment traitement primaire	
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF1 : courant de foudre limité ou induit avec champ magnétique atténué	
Services externes pénétrant dans la zone			
Systèmes intérieurs à la zone		Lignes n° 01 & 02	
Probabilité des dommages liés aux lignes			
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{s3}	Type câblage Externe à la zone (P_{LD} et P_{LI})	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{s4})
01	1 : câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles (boucles avec différents cheminements dans de grands bâtiment - surface de boucle de l'ordre de 50m ²)	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$	2,5kV
02	0,001 : câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas			
Type de plancher (r_u)		0,01 (béton)	
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants			
Protections contre tension de contact et de pas (P_u)		1 : pas de mesures de protection	
Incendie			
Protection anti-incendie (r_p)		0,5 : extinction manuelle Justification : présence d'une centrale de détection incendie équipée d'une protection contre les surtensions adaptée (hypothèse) et avec un temps d'intervention des pompiers inférieur à 10mn.	
Risque d'incendie (r_f)		0,01 : ordinaire (entre 400 et 800MJ/m ²) Justification : devant l'impossibilité de quantifier la matière inflammable, le potentiel calorifique de l'activité « fabrication utilisation de produits d'entretien » est estimé à 400MJ/m ² en référence une l'étude universitaire de 2011 menée à la demande de la direction prévention incendie belge	
Blindage spatial interne à la zone			
Blindage interne de la zone considérée (K_{s2}) - Frontière ZPF _{XY} avec $X>0$ et $Y>1$		1 : pas de blindage intérieur à la zone	
Pertes humaines			
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,0001 (personnes à l'intérieur des bâtiments)	
Dommages physiques en cas d'incendie (L_f)		Valeur typique : 0,05 (locaux industriels, commerciaux et scolaires)	
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		2 : faible niveau de panique Justification : absence de scénario d'accident associé à la structure Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.	
En cas de défaillances des réseaux internes (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		Valeur typique : 0 (absence de risque)	

6.5 Description de la zone à l'extérieur de la structure

La ou les zones décrites ci-dessous sont celles situées dans les 3m à l'extérieur de la structure. Seul le risque R_A lié aux blessures sur les êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas est pris en compte. Les autres pertes et facteurs qui ne sont pas dans le tableau n'ont pas d'influence sur le calcul du risque.

ZONE N°0b		Extérieure
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF0B
Services externes pénétrant dans la zone		
Systèmes intérieurs à la zone		Ligne(s) L01 à L02
Probabilité des dommages		
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{S3}	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{S4})
01	0,0002 : câble écranté avec résistance de blindage $1 \leq R_s \leq 5\Omega/\text{km}$ (mise à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison). Câbles blindés et cheminant dans des conduits métal.	4kV
02	0,001 : câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/\text{km}$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des blessures sur les êtres vivants		
Type de sol (r_a)		0,00001 (asphalte)
Protections contre tension de contact et de pas (P_a)		1 : pas de mesures de protection
Incendie		
Protection anti-incendie (r_p)		0,5 : extinction manuelle Justification : bornes incendie sur le site
Risque d'incendie (r_f)		0 : aucun risque Justification : absence de stockage de produit combustible dans la zone des 3m.
Pertes humaines		
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,01 (personnes à l'extérieur)
En cas d'incendie (L_f)		Valeur typique : 0,005 (locaux industriels comprenant de nombreux éléments métalliques permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages)
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		1 : pas de danger particulier Justification : absence de scénario d'accident associé à la structure Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		0 (non applicable en extérieur)

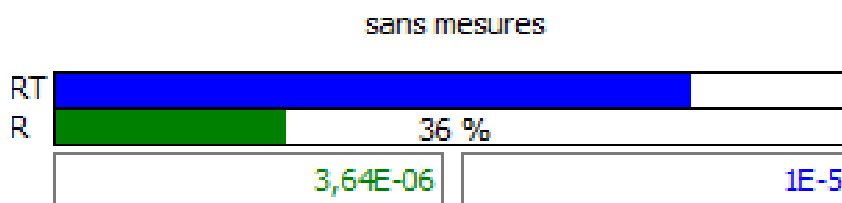
6.6 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines ou blessures permanentes).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par la norme à 10^{-5} , l'installation est alors considérée comme protégée.

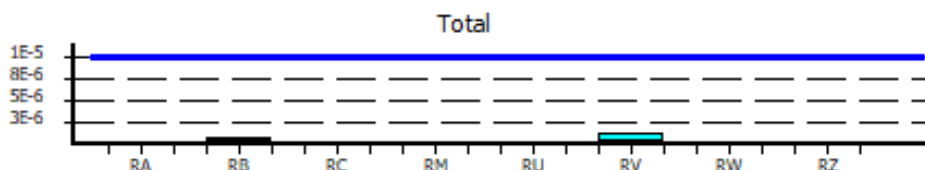
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en œuvre.

6.6.1 Risque estimé avant mise en place des protections



Le risque total R1 a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure et il est inférieur au risque tolérable RT. De ce fait aucune protection sur la structure et les lignes n'est à mettre en place.

Les différentes composantes du risque avant mise en place des protections sont les suivantes :



Voir détail des composantes du risque ci-dessous.

Avec :

RT : Risque tolérable.

R1 : Risque estimé

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

6.6.2 Analyse des protections à mettre en œuvre

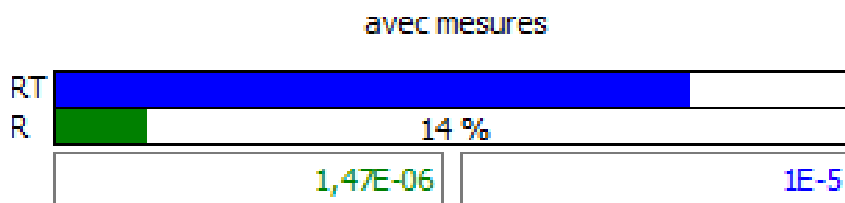
Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet STR02 - Bât.Traitement primaire nouveau (Rep.06) et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
ZPF 0B	pEB: Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	3.000E-02
	<u>Réseau courant faible:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02
	<u>Réseau HT/ BT:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02

Le niveau du risque après la mise en place des protections désignées ci-dessus est le suivant et est bien inférieur au risque tolérable RT :





6.7 Conclusions des évaluations des risques sur la structure

Structure 02 – Identification : Zone J - Bât.Traitement primaire nouveau (Rep.06)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.	Pas d'obligation
Lignes entrantes	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision et réseau ondulée, - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	NP IV
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentielle (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).	

7 Structure 03 – Identification : Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)

7.1 Description de la structure

Activité principale de la structure		Nouveau Bâtiment de traitement thermique et Zone de stockage des boues déshydratées	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux			
Dimensions (m) (A_d)		L (m) : 35 l (m) : 33 h (m) : 16,5 h max (m) : 25 (<i>Verus cheminée</i>)	Structure ne pouvant pas se décrire avec seulement 3 dimensions : voir le dessin en annexe. La surface de capture équivalente est de 19 230 m ² et les dimensions ci-dessus sont données afin d'obtenir une surface de capture équivalente
Facteur d'emplacement (C_d) - Les objets considérés sont ceux dans l'aire d'exposition équivalente de la structure.		0,5 : structure entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits.	
Blindage spatial externe de la structure			
Blindage de la structure toutes zones (K_{s1}) - Frontière ZPF _{0/1}		1 : pas de blindage extérieur	
Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse			
Constitution		Ossature : maçonnerie traditionnelle Charpente : En cours d'étude Couverture : En cours d'étude plan Parois : En cours d'étude	
Nature du réseau de terre et des liaisons avec les éléments métalliques de la structure.		Non connue (Etude sur plans)	
Particularités	<p>Présence d'un Poste HT/BT (250 kVA mini), local TGBT (Régime de neutre : TN-S) et d'un local GE (de 140 kVA mini),</p> <p>Présence de scénarii d'explosion du bâtiment de traitement thermique haute température au niveau des phénomènes dangereux retenus, donc de locaux classé AtEx → une zone AtEx type 2 sera retenue sur la structure en facteur majorant. Par contre pas de scénarii sortant du périmètre du bâtiment.</p>		
			
<p align="center">Vue façade Ouest (non contractuelle du projet avant révision de mai 2022)</p>		<p align="center">Vue façade Sud (non contractuelle du projet avant révision de mai 2022)</p>	

Les services comme les canalisations de transport de fluide reliant les structures entre elles ou provenant de l'extérieur du site conduisent le courant de foudre. Elles doivent être identifiées et la liste dans le tableau ci-dessous dénombre l'existence de ces liaisons entrantes ou sortantes sans préjuger de l'efficacité et de la fiabilité des équipotentialités éventuellement réalisées. La nécessité de protéger les liaisons conductrices est traitée dans les conclusions du rapport :

Canalisations de fluides sortantes ou entrantes dans la structure		
Eléments	Localisation	Liaisons équipotentielle avec la prise de terre du bâtiment
Canalisations d'eau	Etude sur plan	Non défini
Canalisations de gaz	Etude sur plan	Non défini

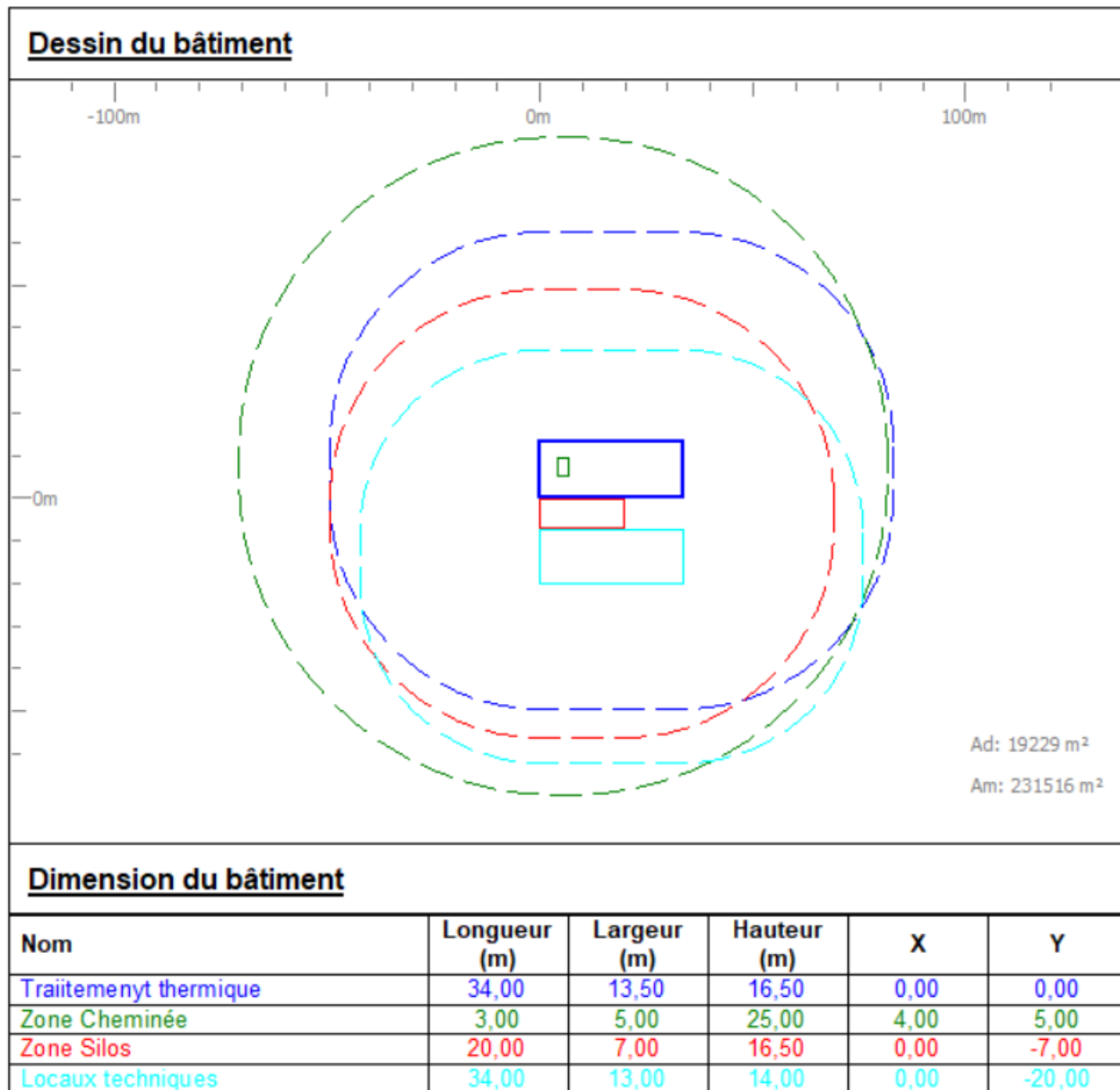
L'inventaire ci-après consiste à identifier et relever le système de protection foudre existant sans préjuger de son efficacité et de sa fiabilité qui ne font pas l'objet de l'analyse du risque foudre. Il est fait abstraction du système de protection foudre existant dans l'évaluation du niveau de protection à atteindre :

Dispositifs de protection foudre existants		
Protections contre les effets directs de la foudre		
Type	Hauteur (m)	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		
Protections contre les effets indirects de la foudre		
Localisation	Type	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		

La liste ci-dessous inventorie les éléments importants pour la sécurité liés au MMR qui s'appliquent à cette structure. Ces équipements nécessitent la mise en place d'une protection due à l'écoulement du courant de foudre :

MMR / Eléments Importants Pour la Sécurité		
Eléments	Localisation (ZPF)	Protégé par parafoudres
Groupe électrogène de secours	Local GE	Sans objet (Etude sur plan)
Centrales de détection gaz (CH4/ H2S/ H2)	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)
Centrales de détection incendie,	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)
Matériels AtEx	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)
Supervision process	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	
Gestion des alarmes et alertes	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	
Arrivées téléphonique et autocom – Moyens d'alerte des secours (Gestion des alarmes et astreintes)	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	

7.2 Modélisation de la structure



7.3 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure

Pour cette structure comportant plusieurs services connectés avec le même cheminement entre structures, celui-ci est perçu comme une voie. Les calculs ne sont réalisés que pour le service présentant les caractéristiques les plus défavorables.

LIGNE N° 01	
Nature de la ligne : énergie	Nom de la ligne : Energie HT/BT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	1000m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	0,2 : service avec présence d'un transformateur deux enroulements (HT/BT)
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$

LIGNE N° 02	
Nature de la ligne : transmission de données	Nom de la ligne : Réseau CFa
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	1000m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	1 : service sans transformateur
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$

7.4 Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure

En référence au § 2.4, les zones de structure Z_s qui ont été déterminées, et auxquelles seront affectées des zones de protection foudre ZPF, sont les suivantes :

- Zone Zs01 : Bâtiment traitement thermique

ZONE DE STRUCTURE Z_s N° 01		Bâtiment traitement thermique	
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF1 : courant de foudre limité ou induit avec champ magnétique atténué	
Services externes pénétrant dans la zone			
Systèmes intérieurs à la zone		Lignes n° 01 & 02	
Probabilité des dommages liés aux lignes			
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{s3}	Type câblage Externe à la zone (P_{LD} et P_{LI})	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{s4})
01	1 : câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles (boucles avec différents cheminements dans de grands bâtiment - surface de boucle de l'ordre de 50m ²)	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$	2,5kV
02	0,001 : câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas			
Type de plancher (r_u)		0,01 (béton)	
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants			
Protections contre tension de contact et de pas (P_u)		1 : pas de mesures de protection	
Incendie			
Protection anti-incendie (r_p)		1 : pas de disposition Justification : présence de zones ATEX : les moyens d'extinction en place sont inefficaces dans ce cas. Le facteur r_p déduisant les pertes ne peut pas être retenu (pas de disposition)	
Risque d'incendie (r_i)		0,001 : faible (zones ATEX 2 et/ou 22) Justification : présence de zones ATEX mais uniquement de niveau 2 ou 22 : risque considéré comme faible selon guide GTA-F2C	
Blindage spatial interne à la zone			
Blindage interne de la zone considérée (K_{s2}) - Frontière ZPF _{X,Y} avec $X>0$ et $Y>1$		1 : pas de blindage intérieur à la zone	
Pertes humaines			
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,0001 (personnes à l'intérieur des bâtiments)	
Dommages physiques en cas d'incendie (L_i)		Valeur typique : 0,05 (locaux industriels, commerciaux et scolaires)	
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		20 : danger pour l'environnement Justification : absence d'effets non létaux à l'extérieur du site et d'effets dominos sur un autre bâtiment Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.	
En cas de défaillances des réseaux internes (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		Valeur typique : 0 (absence de risque)	

7.5 Description de la zone à l'extérieur de la structure

La ou les zones décrites ci-dessous sont celles situées dans les 3m à l'extérieur de la structure. Seul le risque R_A lié aux blessures sur les êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas est pris en compte. Les autres pertes et facteurs qui ne sont pas dans le tableau n'ont pas d'influence sur le calcul du risque.

ZONE N°0b		Extérieure
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF0B
Services externes pénétrant dans la zone		
Systèmes intérieurs à la zone		Ligne(s) L01 à L02
Probabilité des dommages		
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{S3}	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{S4})
01	0,0002 : câble écranté avec résistance de blindage $1 \leq R_s \leq 5\Omega/\text{km}$ (mise à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison). Câbles blindés et cheminant dans des conduits métal.	4kV
02	0,001 : câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/\text{km}$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des blessures sur les êtres vivants		
Type de sol (r_a)		0,00001 (asphalte)
Protections contre tension de contact et de pas (P_a)		1 : pas de mesures de protection
Incendie		
Protection anti-incendie (r_p)		0,5 : extinction manuelle Justification : bornes incendie sur le site
Risque d'incendie (r_f)		0 : aucun risque Justification : absence de stockage de produit combustible dans la zone des 3m.
Pertes humaines		
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,01 (personnes à l'extérieur)
En cas d'incendie (L_i)		Valeur typique : 0,005 (locaux industriels comprenant de nombreux éléments métalliques permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages)
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		1 : pas de danger particulier Justification : absence de scénario d'accident associé à la structure Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		0 (non applicable en extérieur)

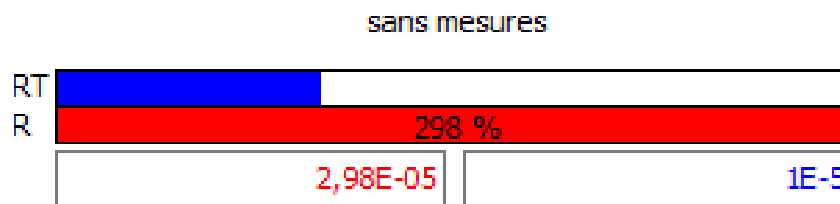
7.6 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines ou blessures permanentes).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par la norme à 10^{-5} , l'installation est alors considérée comme protégée.

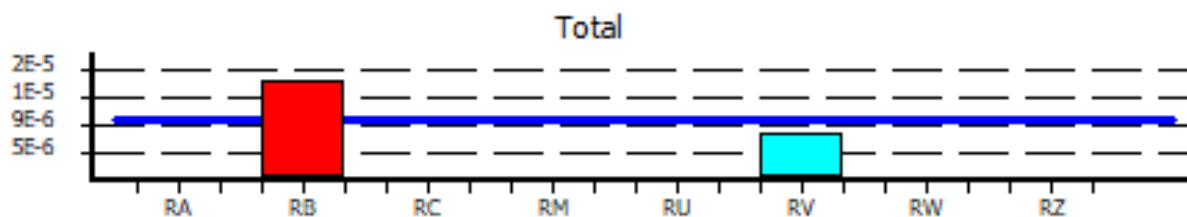
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en œuvre.

7.6.1 Risque estimé avant mise en place des protections



Le risque total R1 a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure et il est inférieur au risque tolérable RT. De ce fait aucune protection sur la structure et les lignes n'est à mettre en place.

Les différentes composantes du risque avant mise en place des protections sont les suivantes :



Voir détail des composantes du risque ci-dessous.

Avec :

RT : Risque tolérable.

R1 : Risque estimé

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

7.6.2 Analyse des protections à mettre en œuvre

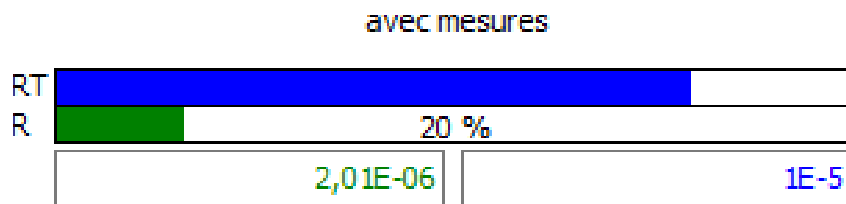
Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet STR03 - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19) et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
	pB: Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF IV	2.000E-01
	pEB: Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	2.000E-02
ZPF 0B		
	pa: Protection contre les chocs électriques (impacts sur une structure) Isolation électrique du conducteur de descente,	0,01
	<u>Réseau courant faible:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02
	<u>Réseau HT/ BT:</u>	
	pSPD: Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02
ZPF 1		
	rp: Précautions contre l'incendie Une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées	5.000E-01

Le niveau du risque après la mise en place des protections désignées ci-dessus est le suivant et est bien inférieur au risque tolérable RT :

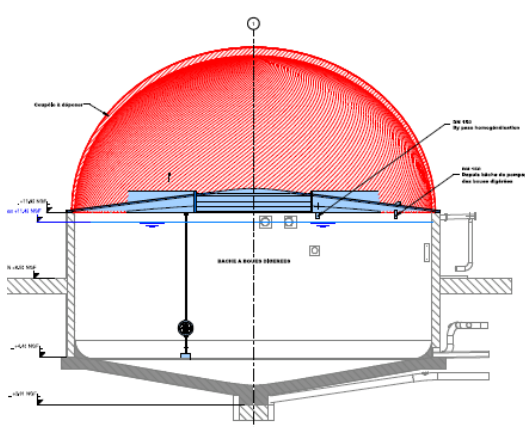
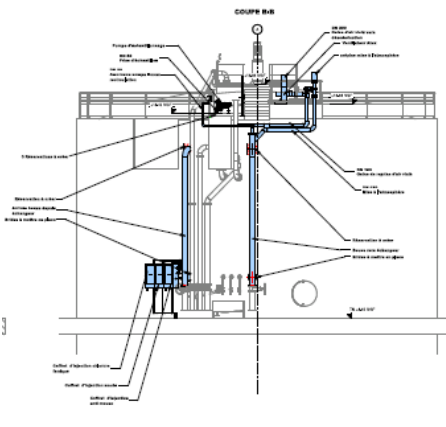


7.7 Conclusions des évaluations des risques sur la structure

Structure 03 – Identification : Zone Q - Bât. traitement thermique nouveau (Rep.19)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure	NP IV
Lignes entrantes	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision, de commandes des circuits de sécurité et réseau ondulée, - Système de gestion des alertes et astreintes, - Centrales de détection gaz (CH4/ H2S/ H2), - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
<p>Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini.</p> <p>Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation.</p> <p>Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site.</p> <p>La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.</p> <p>Une notice d'avertissement ou des instructions seront à mettre en place au niveau des SPF extérieurs contre le risque de chocs électriques.</p>	NP IV
Equipotentialités	
<p>Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, <p>Les liaisons équipotentielle supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx.</p> <p>La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.</p>	
Commentaires	
Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentielle (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).	

8 Structure 04 – Identification : Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)

8.1 Description de la structure

Activité principale de la structure	Zone Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)		
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux			
Dimensions (m) (A_d)	L (m) : 55	l (m) : 45	h (m) : 14,5
	Structure ne pouvant pas se décrire avec seulement 3 dimensions : voir le dessin en annexe. La surface de capture équivalente est de 13 990 m ² et les dimensions ci-dessus sont données afin d'obtenir une surface de capture équivalente		
Facteur d'emplacement (C_d) - Les objets considérés sont ceux dans l'aire d'exposition équivalente de la structure.	0,25 : structure entourée d'objets plus hauts ou d'arbres.		
Blindage spatial externe de la structure			
Blindage de la structure toutes zones (K_{S1}) - Frontière ZPF _{0/1}	1 : pas de blindage extérieur		
Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse			
Constitution	Ossature : maçonnerie traditionnelle Charpente : béton précontraint Couverture : béton (Structure ouverte) Parois : maçonnerie traditionnelle		
Nature du réseau de terre et des liaisons avec les éléments métalliques de la structure.	Non connue (Etude sur plans)		
Particularités	<p>Présence de scénarii d'explosion du nouveau digesteur au niveau des phénomènes dangereux retenus, avec des zones classées AtEx Zone 2 (d'après zonage communiqué)</p> <p>Structure alimentée en électricité depuis bâtiment traitement thermique haute température</p> <p>Présence en partie haute des digesteurs : moteur agitateur, soupapes, crosse de manutention.</p>		
			
Vue coupe Bâche à boues digérées	Vue coupe digesteurs		

Les services comme les canalisations de transport de fluide reliant les structures entre elles ou provenant de l'extérieur du site conduisent le courant de foudre. Elles doivent être identifiées et la liste dans le tableau ci-dessous dénombre l'existence de ces liaisons entrantes ou sortantes sans préjuger de l'efficacité et de la fiabilité des équipotentialités éventuellement réalisées. La nécessité de protéger les liaisons conductrices est traitée dans les conclusions du rapport :

Canalisations de fluides sortantes ou entrantes dans la structure		
Eléments	Localisation	Liaisons équipotentielle avec la prise de terre du bâtiment
Canalisations d'eau	Etude sur plan	Non défini
Canalisations de gaz	Etude sur plan	Non défini
Canalisation de boues digérées	Etude sur plan	Non défini
Canalisations d'air	Etude sur plan	Non défini

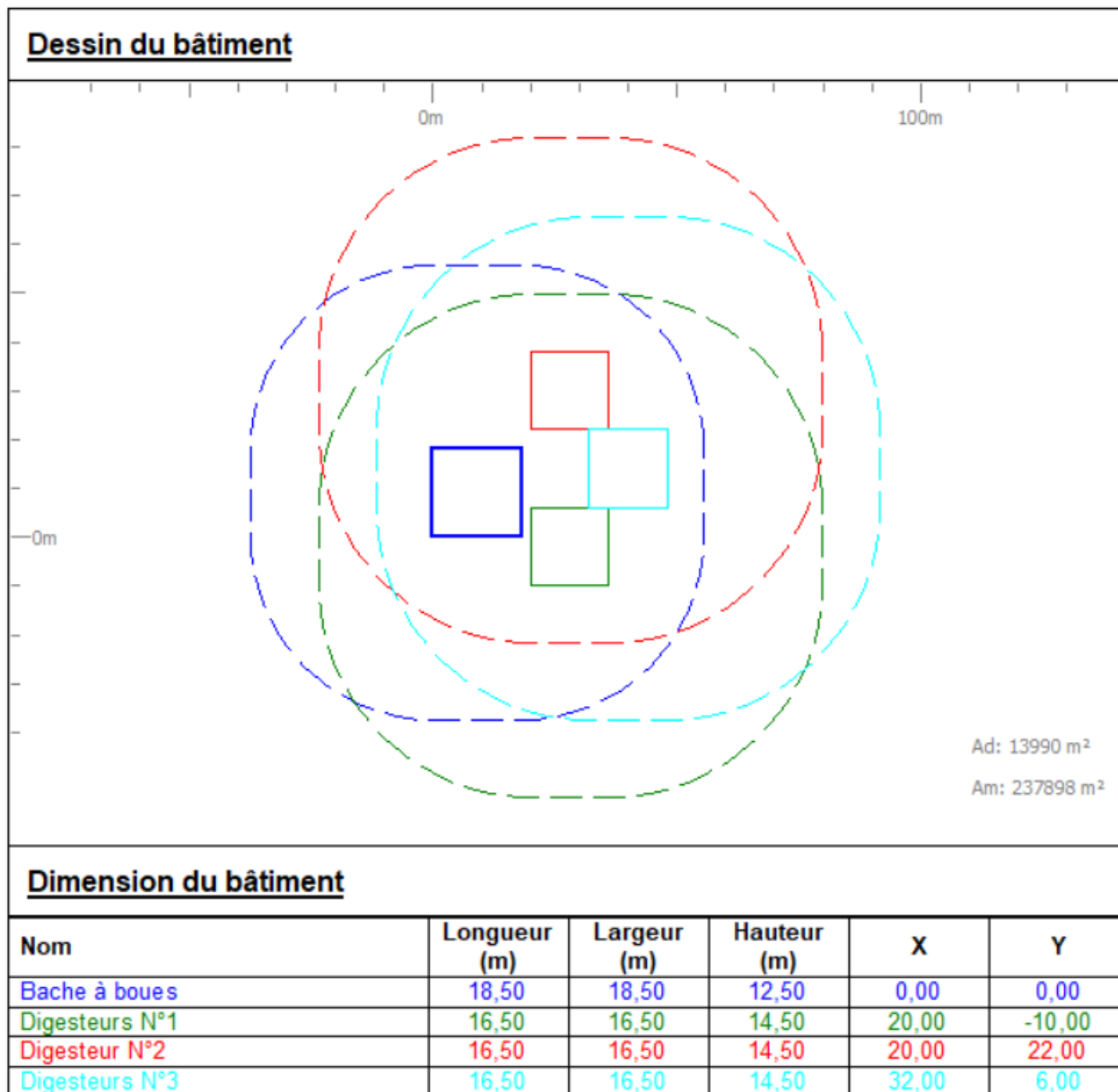
L'inventaire ci-après consiste à identifier et relever le système de protection foudre existant sans préjuger de son efficacité et de sa fiabilité qui ne font pas l'objet de l'analyse du risque foudre. Il est fait abstraction du système de protection foudre existant dans l'évaluation du niveau de protection à atteindre :

Dispositifs de protection foudre existants		
Protections contre les effets directs de la foudre		
Type	Hauteur (m)	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		
Protections contre les effets indirects de la foudre		
Localisation	Type	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		

La liste ci-dessous inventorie les éléments importants pour la sécurité liés au MMR qui s'appliquent à cette structure. Ces équipements nécessitent la mise en place d'une protection due à l'écoulement du courant de foudre :

MMR / Eléments Importants Pour la Sécurité		
Eléments	Localisation (ZPF)	Protégé par parafoudres
Détection gaz (CH4) sur la structure	Digesteurs et Bâche à boues	Sans objet (Etude sur plan)
Ventilation d'extraction,	Bâche à boues digérées	Sans objet (Etude sur plan)
Matériels AtEx	Bâche à boues digérées	Sans objet (Etude sur plan)

8.2 Modélisation de la structure



8.3 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure

Pour cette structure comportant plusieurs services connectés avec le même cheminement entre structures, celui-ci est perçu comme une voie. Les calculs ne sont réalisés que pour le service présentant les caractéristiques les plus défavorables.

LIGNE N° 01	
Nature de la ligne : énergie	Nom de la ligne : Energie HT/BT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	150m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_i)	0,2 : service avec présence d'un transformateur deux enroulements (HT/BT)
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	L (m) : 50 l (m) : 32 h (m) : 16,5
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	0,5 : Entourée par des objets ou des arbres de même hauteur ou plus petits
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{Li})	Câble non blindé

LIGNE N° 02	
Nature de la ligne : transmission de données	Nom de la ligne : Réseau CFa
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	220 m
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_i)	1 : service sans transformateur
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	L (m) : 26 l (m) : 12 h (m) : 7
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	0,25 : Entourée d'objets ou d'arbres plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{Li})	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$

8.4 Description de la zone unique sur structure ouverte

Dans le cas d'une structure ouverte (absence de structure), les dommages physiques sont appliqués à une zone Z_s unique, identique à une zone intérieure d'une structure fermée. La zone unique décrite ci-dessous est celle située dans les 3m à l'extérieur de la structure ouverte :

ZONE DE STRUCTURE OUVERTE - Z_s unique		Digesteur et Bâche à boues
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF_{OB}
Services externes pénétrant dans la zone		
Systèmes intérieurs à la zone	Ligne(s) n° 1 - 2 ...	
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas		
Type de sol externe à la zone (r_a)	0,01 (agricole)	
Type de sol interne à la zone (r_u)	0,01 (béton)	
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants		
Protections contre tension de contact et de pas suite à impact sur la structure (P_a)	1 : pas de mesures de protection	
Protections contre tension de contact et de pas suite impact sur un service (P_u)	1 : pas de mesures de protection	
Incendie		
Protection anti-incendie (r_p)	1 : pas de disposition en présence d'un risque d'explosion	
	Justification : présence de zones ATEX: les moyens d'extinction en place sont inefficaces dans ce cas. Le facteur r_p déduisant les pertes ne peut pas être retenu (pas de disposition)	
Risque d'incendie (r_f)	0,001 : faible (<400MJ/m ²)	
	Justification : présence de zone AtEx 2.	
Probabilité des dommages des systèmes internes		
Blindage de la zone interne considérée (K_{s2}) - Frontière ZPF_{XY} avec $X>0$ et $Y>1$	1 : pas de blindage car absence de ZPF2 ou de rang supérieur	
Type câblage interne à la zone K_{s3}	0,2 : câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille (boucles dans un même conduit ou avec cheminement dans de petits bâtiments - surface de boucle de l'ordre de 10m ²).	
Tension de tenue des réseaux internes U_w à la zone (pour K_{s4})	2,5kV	
Pertes humaines		
En cas de tension de contact et pas à l'extérieur de la zone unique ($L_t - L_a$ dans le logiciel)	Valeur typique : 0,01 (tout type de structure)	
En cas de tension de contact et pas à l'intérieur de zone unique ($L_t - L_u$ dans le logiciel)	Valeur typique : 0,0001 (personnes à l'intérieur de la zone)	
Dommages physiques en cas d'incendie (L_f)	Valeur typique : 0,01 (domaine industriel et zone à structure ouverte)	
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)	50 : contamination de l'environnement	
	Justification : effets létaux à l'extérieur du site	
En cas de défaillances des réseaux internes (zones à risque d'explosion) (L_o)	Valeur typique : 0,0001 (structure à risque d'explosion avec Zone AtEx 2).	

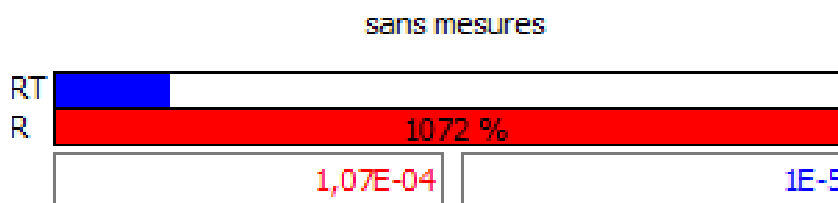
8.5 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines ou blessures permanentes).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par la norme à 10^{-5} , l'installation est alors considérée comme protégée.

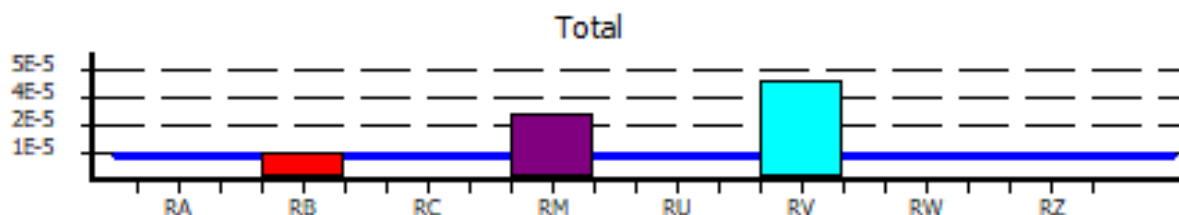
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en œuvre.

8.5.1 Risque estimé avant mise en place des protections



Le risque total R1 a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure et il est supérieur au risque tolérable RT. De ce fait une protection est à mettre en place.

Les différentes composantes du risque avant mise en place des protections sont les suivantes :



Voir détail des composantes du risque ci-dessous.

Avec :

RT : Risque tolérable.

R1 : Risque estimé

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

8.5.2 Analyse des protections à mettre en œuvre

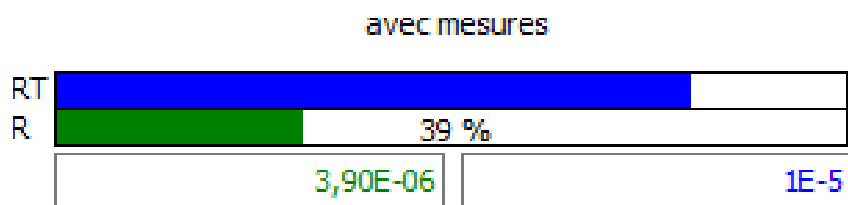
Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet STR04 - Zone Digesteurs & Bache à boues digérées (Rep.16 & 17) et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
pB:	Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF II	5.000E-02
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF II	2.000E-02
KS1W:	Maillage	5,00
	<u>Réseau BT:</u>	
pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF II	2.000E-02
	<u>Réseau courant faible:</u>	
pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF II	2.000E-02

Le niveau du risque après la mise en place des protections désignées ci-dessus est le suivant et est bien inférieur au risque tolérable RT :




8.6 Conclusions des évaluations des risques sur la structure

Structure 04 – Identification : Zone K - Digesteurs & Bâche à boues digérées (Rep.16 & 17)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure.	NP II
Lignes entrantes	
De plus, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - Ligne BT d'alimentation des installations électriques de la structure, - L02 - Ligne de communication avec les installations de la structure. 	NP II
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrales de détection gaz (CH4), - Système de ventilation, - équipements électriques en zone AtEx. 	NP II
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
<p>Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini.</p> <p>Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation.</p> <p>Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site.</p> <p>La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielles doit être reportée sur un plan.</p>	NP II
Equipotentialités	
<p>Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canalisations gaz pénétrant dans la structure, - Canalisations eau pénétrant dans la structure, - Canalisations de boues digérées, - Canalisations d'air. <p>Les liaisons équipotentielles supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx.</p> <p>La localisation des liaisons équipotentielles doit être reportée sur un plan.</p>	
Commentaires	
Sans objet	

9 Structure 05 – Identification : Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)

9.1 Description de la structure

Activité principale de la structure		Zone Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux			
Dimensions (m) (A_d)		L (m) : 30	l (m) : 25
		h (m) : 14,5	
		Structure ne pouvant pas se décrire avec seulement 3 dimensions : voir le dessin en annexe. La surface de capture équivalente est de 9 960 m ² et les dimensions ci-dessus sont données afin d'obtenir une surface de capture équivalente	
Facteur d'emplacement (C_d) - Les objets considérés sont ceux dans l'aire d'exposition équivalente de la structure.		0,25 : structure entourée d'objets plus hauts ou d'arbres.	
Blindage spatial externe de la structure			
Blindage de la structure toutes zones (K_{S1}) - Frontière ZPF _{0/1}		1 : pas de blindage extérieur	
Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse			
Constitution		Ossature : maçonnerie traditionnelle Charpente : béton précontraint Couverture : Structure ouverte Parois : Structure ouverte	
Nature du réseau de terre et des liaisons avec les éléments métalliques de la structure.		Non connue (Etude sur plans)	
Particularités	Présence de scénarii d'explosion sur le gazomètre au niveau des phénomènes dangereux retenus, avec des zones classées AtEx Zone 2 (d'après zonage communiqué) Structure alimentée en électricité depuis bâtiment traitement thermique haute température		
Pas de plan communiqué			
Vue Gazomètre		Vue Torchère	

Les services comme les canalisations de transport de fluide reliant les structures entre elles ou provenant de l'extérieur du site conduisent le courant de foudre. Elles doivent être identifiées et la liste dans le tableau ci-dessous dénombre l'existence de ces liaisons entrantes ou sortantes sans préjuger de l'efficacité et de la fiabilité des équipotentialités éventuellement réalisées. La nécessité de protéger les liaisons conductrices est traitée dans les conclusions du rapport :

Canalisations de fluides sortantes ou entrantes dans la structure		
Eléments	Localisation	Liaisons équipotentielle avec la prise de terre du bâtiment
Canalisations d'eau	Etude sur plan	Non défini
Canalisations de gaz (pour réseau Biogaz)	Etude sur plan	Non défini
Canalisations d'air	Etude sur plan	Non défini

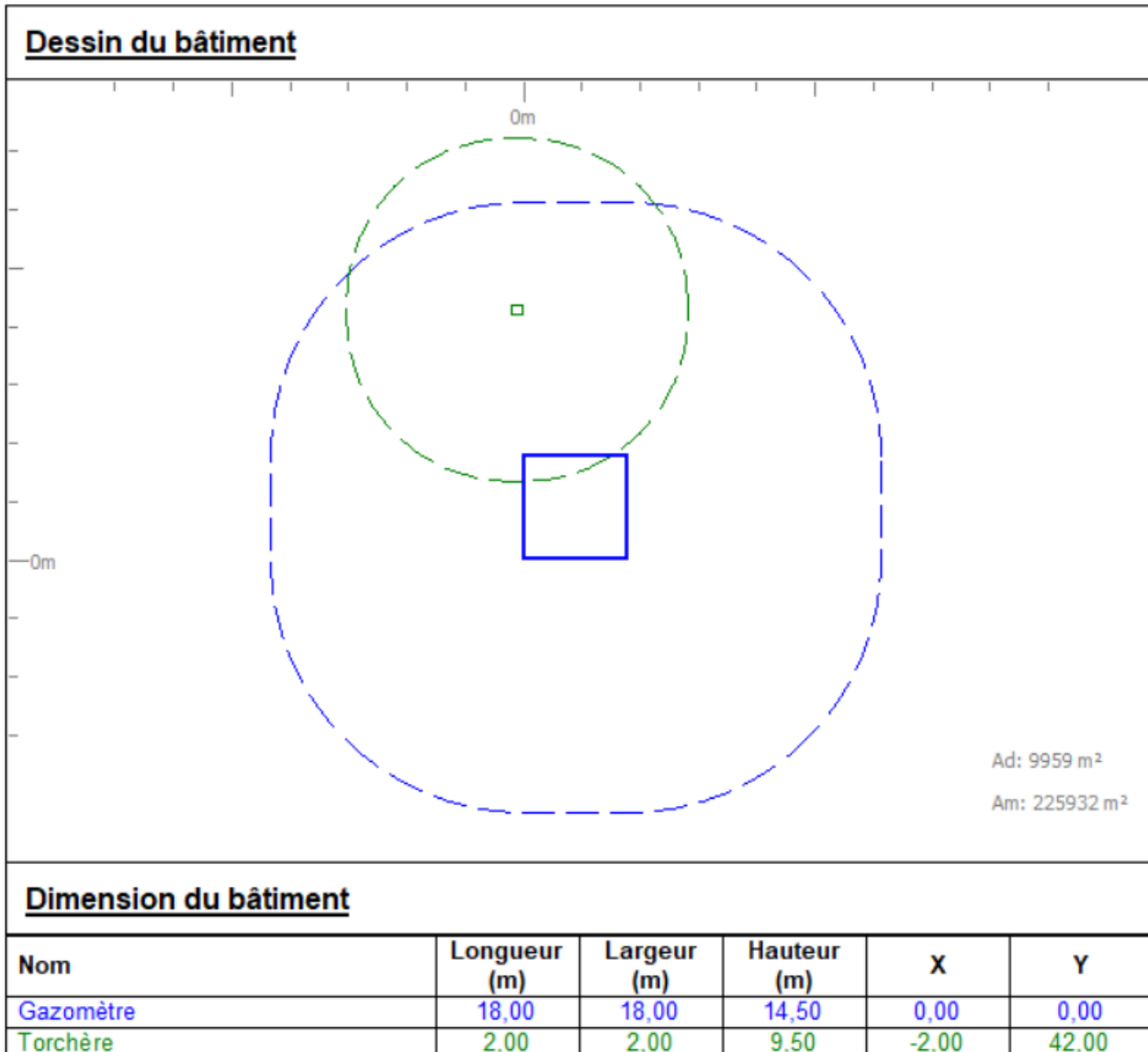
L'inventaire ci-après consiste à identifier et relever le système de protection foudre existant sans préjuger de son efficacité et de sa fiabilité qui ne font pas l'objet de l'analyse du risque foudre. Il est fait abstraction du système de protection foudre existant dans l'évaluation du niveau de protection à atteindre :

Dispositifs de protection foudre existants		
Protections contre les effets directs de la foudre		
Type	Hauteur (m)	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		
Protections contre les effets indirects de la foudre		
Localisation	Type	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		

La liste ci-dessous inventorie les éléments importants pour la sécurité liés au MMR qui s'appliquent à cette structure. Ces équipements nécessitent la mise en place d'une protection due à l'écoulement du courant de foudre :

MMR / Eléments Importants Pour la Sécurité		
Eléments	Localisation (ZPF)	Protégé par parafoudres
Détection gaz (CH4) sur la structure	Gazomètre	Sans objet (Etude sur plan)
Matériels AtEx	Gazomètre et réseau biogaz	Sans objet (Etude sur plan)
Système d'allumage de la torchère	Torchère	

9.2 Modélisation de la structure



9.3 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure

Pour cette structure comportant plusieurs services connectés avec le même cheminement entre structures, celui-ci est perçu comme une voie. Les calculs ne sont réalisés que pour le service présentant les caractéristiques les plus défavorables.

LIGNE N° 01	
Nature de la ligne : énergie	Nom de la ligne : Energie HT/BT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	100m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_i)	0,2 : service avec présence d'un transformateur deux enroulements (HT/BT)
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	L (m) : 50 l (m) : 32 h (m) : 16,5
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	0,5 : Entourée par des objets ou des arbres de même hauteur ou plus petits
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{Li})	Câble non blindé

LIGNE N° 02	
Nature de la ligne : transmission de données	Nom de la ligne : Réseau CFa
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	150 m
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_i)	1 : service sans transformateur
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	L (m) : 26 l (m) : 12 h (m) : 7
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	0,25 : Entourée d'objets ou d'arbres plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{Li})	Câble écrané avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$

9.4 Description de la zone unique sur structure ouverte

Dans le cas d'une structure ouverte (absence de structure), les dommages physiques sont appliqués à une zone Z_s unique, identique à une zone intérieure d'une structure fermée. La zone unique décrite ci-dessous est celle située dans les 3m à l'extérieur de la structure ouverte :

ZONE DE STRUCTURE OUVERTE - Z_s unique		Gazomètre & Torchère
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF_{OB}
Services externes pénétrant dans la zone		
Systèmes intérieurs à la zone	Ligne(s) n° 1 - 2 ...	
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas		
Type de sol externe à la zone (r_a)	0,01 (agricole)	
Type de sol interne à la zone (r_u)	0,01 (béton)	
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants		
Protections contre tension de contact et de pas suite à impact sur la structure (P_a)	1 : pas de mesures de protection	
Protections contre tension de contact et de pas suite impact sur un service (P_u)	1 : pas de mesures de protection	
Incendie		
Protection anti-incendie (r_p)	1 : pas de disposition en présence d'un risque d'explosion	
	Justification : présence de zones ATEX: les moyens d'extinction en place sont inefficaces dans ce cas. Le facteur r_p déduisant les pertes ne peut pas être retenu (pas de disposition)	
Risque d'incendie (r_f)	0,001 : faible (<400MJ/m ²)	
	Justification : présence de zone AtEx 2.	
Probabilité des dommages des systèmes internes		
Blindage de la zone interne considérée (K_{S2}) - Frontière ZPF_{XY} avec $X>0$ et $Y>1$	1 : pas de blindage car absence de ZPF2 ou de rang supérieur	
Type câblage interne à la zone K_{S3}	0,2 : câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille (boucles dans un même conduit ou avec cheminement dans de petits bâtiments - surface de boucle de l'ordre de 10m ²).	
Tension de tenue des réseaux internes U_w à la zone (pour K_{S4})	4kV	
Pertes humaines		
En cas de tension de contact et pas à l'extérieur de la zone unique ($L_t - L_a$ dans le logiciel)	Valeur typique : 0,01 (tout type de structure)	
En cas de tension de contact et pas à l'intérieur de zone unique ($L_t - L_u$ dans le logiciel)	Valeur typique : 0,0001 (personnes à l'intérieur de la zone)	
Dommages physiques en cas d'incendie (L_f)	Valeur typique : 0,01 (domaine industriel et zone à structure ouverte)	
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)	20 : danger pour l'environnement	
	Justification : absence d'effets non létaux à l'extérieur du site et d'effets dominos sur un autre bâtiment	
En cas de défaillances des réseaux internes (zones à risque d'explosion) (L_o)	Valeur typique : 0,0001 (structure à risque d'explosion avec Zone AtEx 2).	

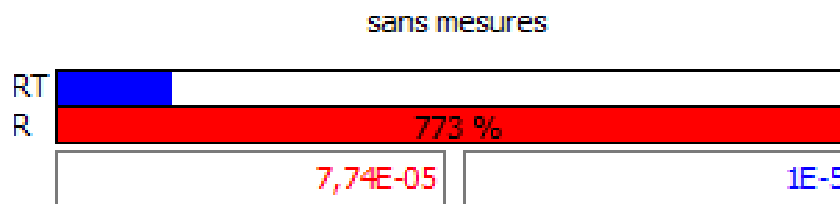
9.5 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines ou blessures permanentes).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par la norme à 10^{-5} , l'installation est alors considérée comme protégée.

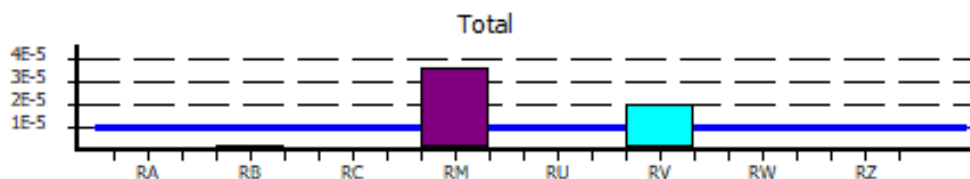
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en œuvre.

9.5.1 Risque estimé avant mise en place des protections



Le risque total R1 a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure et il est supérieur au risque tolérable RT. De ce fait une protection est à mettre en place.

Les différentes composantes du risque avant mise en place des protections sont les suivantes :



Voir détail des composantes du risque ci-dessous.

Avec :

RT : Risque tolérable.

R1 : Risque estimé

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

9.5.2 Analyse des protections à mettre en œuvre

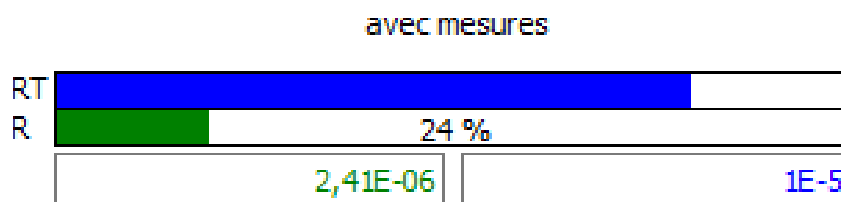
Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet STR05 - Zone Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b) et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
pB:	Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF II	5.000E-02
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF II	2.000E-02
	<u>Réseau BT:</u>	
pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF II	2.000E-02
	<u>Réseau courant faible:</u>	
pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF II	2.000E-02

Le niveau du risque après la mise en place des protections désignées ci-dessus est le suivant et est bien inférieur au risque tolérable RT :



9.6 Conclusions des évaluations des risques sur la structure

Structure 05 – Identification : Zone R - Gazomètre & Torchère (Rep. 20 & 22b)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure.	NP II
Lignes entrantes	
De plus, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - Ligne BT d'alimentation des installations électriques de la structure, - L02 - Ligne de communication avec les installations de la structure. 	NP II
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrales de détection gaz (CH4), - Système d'allumage de la torchère, - équipements électriques en zone AtEx. 	NP II
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	NP II
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisations gaz pénétrant dans la structure, - Canalisations eau pénétrant dans la structure, - Canalisations d'air. Les liaisons équipotentielle supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx. La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Sans objet	

10 Structure 06 – Identification : Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)

10.1 Description de la structure

Activité principale de la structure	Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / bio méthane (Rep.23)		
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux			
Dimensions (m) (A _d)	L (m) : 20	l (m) : 18	h (m) : 6
Facteur d'emplacement (C _d) - Les objets considérés sont ceux dans l'aire d'exposition équivalente de la structure.	0,25 : structure entourée d'objets plus hauts ou d'arbres.		
Blindage spatial externe de la structure			
Blindage de la structure toutes zones (K _{S1}) - Frontière ZPF _{0/1}	1 : pas de blindage extérieur		
Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse			
Constitution	Ossature : maçonnerie traditionnelle Charpente : béton précontraint Couverture : béton Parois : maçonnerie traditionnelle		
Nature du réseau de terre et des liaisons avec les éléments métalliques de la structure.	Non connue (Etude sur plans)		
Particularités	<p>Présence de scénarii d'explosion sur les unités de production au niveau des phénomènes dangereux retenus, avec des zones classées AtEx Zone 2 (d'après zonage communiqué).</p> <p>Structure alimentée en électricité depuis bâtiment traitement thermique haute température.</p> <p>Réseau biogaz de section DN250 (épaisseur supposée > 4mm → A faire confirmer lors de l'étude technique).</p>		
Vue coupe Production Bio Méthane			

Les services comme les canalisations de transport de fluide reliant les structures entre elles ou provenant de l'extérieur du site conduisent le courant de foudre. Elles doivent être identifiées et la liste dans le tableau ci-dessous dénombre l'existence de ces liaisons entrantes ou sortantes sans préjuger de l'efficacité et de la fiabilité des équipotentialités éventuellement réalisées. La nécessité de protéger les liaisons conductrices est traitée dans les conclusions du rapport :

Canalisations de fluides sortantes ou entrantes dans la structure		
Eléments	Localisation	Liaisons équipotentielle avec la prise de terre du bâtiment
Canalisations d'eau	Etude sur plan	Non défini
Canalisations de gaz	Etude sur plan	Non défini
Canalisations d'air	Etude sur plan	Non défini

L'inventaire ci-après consiste à identifier et relever le système de protection foudre existant sans préjuger de son efficacité et de sa fiabilité qui ne font pas l'objet de l'analyse du risque foudre. Il est fait abstraction du système de protection foudre existant dans l'évaluation du niveau de protection à atteindre :

Dispositifs de protection foudre existants		
Protections contre les effets directs de la foudre		
Type	Hauteur (m)	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		
Protections contre les effets indirects de la foudre		
Localisation	Type	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		

La liste ci-dessous inventorie les éléments importants pour la sécurité liés au MMR qui s'appliquent à cette structure. Ces équipements nécessitent la mise en place d'une protection due à l'écoulement du courant de foudre :

MMR / Eléments Importants Pour la Sécurité		
Eléments	Localisation (ZPF)	Protégé par parafoudres
Détection gaz (CH4 & Hydrogène) sur la structure	Production Bio Méthane & Pilote méthanisation	Sans objet (Etude sur plan)
Ventilation d'extraction,	Conteneurs	Sans objet (Etude sur plan)
Matériels AtEx	Production Bio Méthane & Pilote méthanisation	Sans objet (Etude sur plan)

10.2 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure

Pour cette structure comportant plusieurs services connectés avec le même cheminement entre structures, celui-ci est perçu comme une voie. Les calculs ne sont réalisés que pour le service présentant les caractéristiques les plus défavorables.

LIGNE N° 01	
Nature de la ligne : énergie	Nom de la ligne : Energie HT/BT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	80m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_i)	0,2 : service avec présence d'un transformateur deux enroulements (HT/BT)
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	L (m) : 50 l (m) : 32 h (m) : 16,5
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	0,5 : Entourée par des objets ou des arbres de même hauteur ou plus petits
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{Li})	Câble non blindé

LIGNE N° 02	
Nature de la ligne : transmission de données	Nom de la ligne : Réseau CFa
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	120 m
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 $\Omega.m$ (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_i)	1 : service sans transformateur
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	L (m) : 26 l (m) : 12 h (m) : 7
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	0,25 : Entourée d'objets ou d'arbres plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{Li})	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$

10.3 Description de la zone unique sur structure ouverte

Dans le cas d'une structure ouverte (absence de structure), les dommages physiques sont appliqués à une zone Z_s unique, identique à une zone intérieure d'une structure fermée. La zone unique décrite ci-dessous est celle située dans les 3m à l'extérieur de la structure ouverte :

ZONE DE STRUCTURE OUVERTE - Z_s unique		Digesteur et Bâche à boues
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF_{OB}
Services externes pénétrant dans la zone		
Systèmes intérieurs à la zone	Ligne(s) n° 1 - 2 ...	
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas		
Type de sol externe à la zone (r_a)	0,01 (agricole)	
Type de sol interne à la zone (r_u)	0,01 (béton)	
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants		
Protections contre tension de contact et de pas suite à impact sur la structure (P_a)	1 : pas de mesures de protection	
Protections contre tension de contact et de pas suite impact sur un service (P_u)	1 : pas de mesures de protection	
Incendie		
Protection anti-incendie (r_p)	1 : pas de disposition en présence d'un risque d'explosion	
	Justification : présence de zones ATEX: les moyens d'extinction en place sont inefficaces dans ce cas. Le facteur r_p déduisant les pertes ne peut pas être retenu (pas de disposition)	
Risque d'incendie (r_f)	0,001 : faible (<400MJ/m ²)	
	Justification : présence de zone AtEx 2.	
Probabilité des dommages des systèmes internes		
Blindage de la zone interne considérée (K_{s2}) - Frontière ZPF_{XY} avec $X>0$ et $Y>1$	1 : pas de blindage car absence de ZPF2 ou de rang supérieur	
Type câblage interne à la zone K_{s3}	0,2 : câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille (boucles dans un même conduit ou avec cheminement dans de petits bâtiments - surface de boucle de l'ordre de 10m ²).	
Tension de tenue des réseaux internes U_w à la zone (pour K_{s4})	2,5kV	
Pertes humaines		
En cas de tension de contact et pas à l'extérieur de la zone unique ($L_t - L_a$ dans le logiciel)	Valeur typique : 0,01 (tout type de structure)	
En cas de tension de contact et pas à l'intérieur de zone unique ($L_t - L_u$ dans le logiciel)	Valeur typique : 0,0001 (personnes à l'intérieur de la zone)	
Dommages physiques en cas d'incendie (L_f)	Valeur typique : 0,01 (domaine industriel et zone à structure ouverte)	
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)	20 : danger pour l'environnement	
	Justification : absence d'effets non létaux à l'extérieur du site et d'effets dominos sur un autre bâtiment	
En cas de défaillances des réseaux internes (zones à risque d'explosion) (L_o)	Valeur typique : 0,0001 (structure à risque d'explosion avec Zone AtEx 2).	

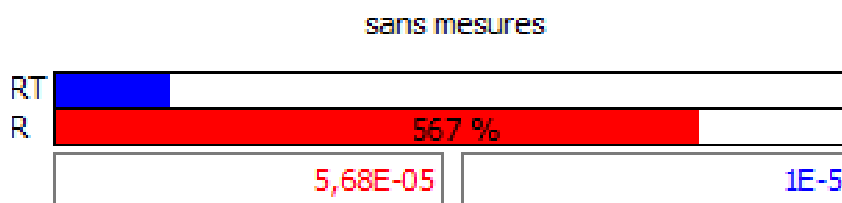
10.4 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines ou blessures permanentes).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par la norme à 10^{-5} , l'installation est alors considérée comme protégée.

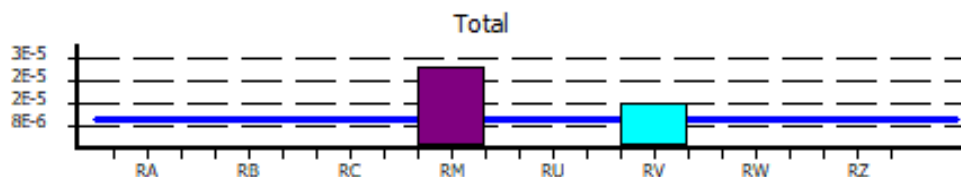
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en œuvre.

10.4.1 Risque estimé avant mise en place des protections



Le risque total R1 a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure et il est supérieur au risque tolérable RT. De ce fait une protection est à mettre en place.

Les différentes composantes du risque avant mise en place des protections sont les suivantes :



Voir détail des composantes du risque ci-dessous.

Avec :

RT : Risque tolérable.

R1 : Risque estimé

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

10.4.2 Analyse des protections à mettre en œuvre

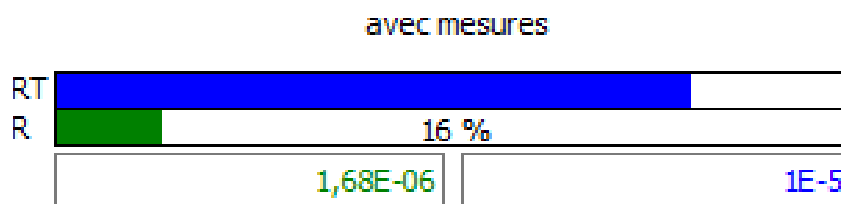
Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet STR06 - Unité méthanisation et de traitement du biogaz (Rep.23 & 24) et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
pB:	Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF II	5.000E-02
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF II	2.000E-02
	<u>Réseau BT:</u>	
pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF II	2.000E-02
	<u>Réseau courant faible:</u>	
pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF II	2.000E-02

Le niveau du risque après la mise en place des protections désignées ci-dessus est le suivant et est bien inférieur au risque tolérable RT :

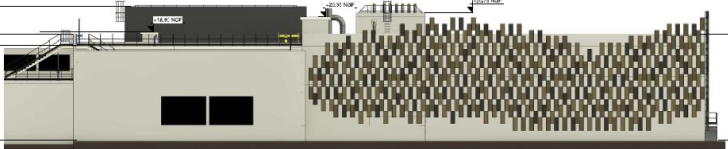
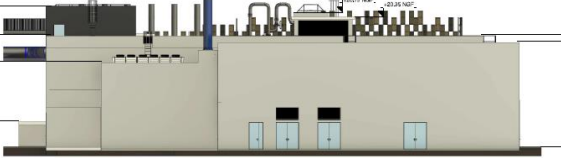


10.5 Conclusions des évaluations des risques sur la structure

Structure 06 – Identification : Zone P - Unité méthanisation et de traitement du biogaz & tuyauteries aériennes biogaz / biométhane (Rep.23)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, un niveau de protection est requis sur la structure.	NP II
Lignes entrantes	
De plus, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - Ligne BT d'alimentation des installations électriques de la structure, - L02 - Ligne de communication avec les installations de la structure. 	NP II
Éléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrales de détection gaz (CH4 & Hydrogène), - Système de ventilation des Conteneurs, - Ensemble des équipements électriques en zone AtEx. 	NP II
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
<p>Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini.</p> <p>Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation.</p> <p>Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site.</p> <p>La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.</p>	NP II
Equipotentialités	
<p>Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canalisations gaz pénétrant dans la structure, - Canalisations eau pénétrant dans la structure, - Canalisations d'air. <p>Les liaisons équipotentielle supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx.</p> <p>La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.</p>	
Commentaires	
Sans objet	

11 Structure 07 – Identification : Zone N - Bâtiment Biofiltration extention & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)

11.1 Description de la structure

Activité principale de la structure	Zone N - Bâtiment Biofiltration extention & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)		
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux			
Dimensions (m) (A _d)	L (m) : 80	l (m) : 42	h (m) : 13 h max (m) : SO Dimensions données pour un volume enveloppe de la structure
Facteur d'emplacement (C _d) - Les objets considérés sont ceux dans l'aire d'exposition équivalente de la structure.	0,25 : structure entourée d'objets plus hauts ou d'arbres.		
Blindage spatial externe de la structure			
Blindage de la structure toutes zones (K _{s1}) - Frontière ZPF _{0/1}	1 : pas de blindage extérieur		
Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse			
Constitution	Ossature : maçonnerie traditionnelle Charpente : En cours d'étude Couverture : En cours d'étude plan Parois : En cours d'étude		
Nature du réseau de terre et des liaisons avec les éléments métalliques de la structure.	Non connue (Etude sur plans)		
Particularités	Présence d'un Poste HT/BT (1600 kVA mini), local TGBT (Régime de neutre : TN-S) et d'un local GE (de 1500 kVA mini),		
			
Vue façade Sud (non contractuelle du projet avant révision de mai 2022)	Vue façade Ouest (non contractuelle du projet avant révision de mai 2022)		

Les services comme les canalisations de transport de fluide reliant les structures entre elles ou provenant de l'extérieur du site conduisent le courant de foudre. Elles doivent être identifiées et la liste dans le tableau ci-dessous dénombre l'existence de ces liaisons entrantes ou sortantes sans préjuger de l'efficacité et de la fiabilité des équipotentialités éventuellement réalisées. La nécessité de protéger les liaisons conductrices est traitée dans les conclusions du rapport :

Canalisations de fluides sortantes ou entrantes dans la structure		
Eléments	Localisation	Liaisons équipotentielle avec la prise de terre du bâtiment
Canalisations d'eau	Etude sur plan	Non défini
Canalisations de gaz	Etude sur plan	Non défini

L'inventaire ci-après consiste à identifier et relever le système de protection foudre existant sans préjuger de son efficacité et de sa fiabilité qui ne font pas l'objet de l'analyse du risque foudre. Il est fait abstraction du système de protection foudre existant dans l'évaluation du niveau de protection à atteindre :

Dispositifs de protection foudre existants		
Protections contre les effets directs de la foudre		
Type	Hauteur (m)	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		
Protections contre les effets indirects de la foudre		
Localisation	Type	Marque - Référence – Caractéristiques
Sans objet (Etude sur plan)		

La liste ci-dessous inventorie les éléments importants pour la sécurité liés au MMR qui s'appliquent à cette structure. Ces équipements nécessitent la mise en place d'une protection due à l'écoulement du courant de foudre :

MMR / Eléments Importants Pour la Sécurité		
Eléments	Localisation (ZPF)	Protégé par parafoudres
Groupe électrogène de secours	Local GE	Sans objet (Etude sur plan)
Centrales de détection incendie,	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	Sans objet (Etude sur plan)
Supervision process	Etude sur plan (A clarifier au niveau de l'étude technique)	

11.2 Identification des lignes provenant de l'extérieur de la structure

Pour cette structure comportant plusieurs services connectés avec le même cheminement entre structures, celui-ci est perçu comme une voie. Les calculs ne sont réalisés que pour le service présentant les caractéristiques les plus défavorables.

LIGNE N° 01	
Nature de la ligne : énergie	Nom de la ligne : Energie HT/BT
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	1000m (valeur maximale retenue)
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 Ω .m (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	0,2 : service avec présence d'un transformateur deux enroulements (HT/BT)
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	Non applicable (structure à plus de 1000m)
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$

LIGNE N° 02	
Nature de la ligne : transmission de données	Nom de la ligne : Réseau CFa
Zone(s) concernée(s) par cette ligne	
Zone prétraitement/ Zone Externe	
Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N_L	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur de la section de service (L_c)	... m
Hauteur (H_c)	Sans objet (ligne enterrée)
Résistivité du sol (r_{ho})	500 Ω .m (par défaut)
Facteur d'emplacement du service (C_d)	0,25 : Entouré d'objets ou d'arbres plus hauts
Facteur d'environnement du service (C_e)	0,5 : Suburbain ($h < 10m$)
Facteur de type de service (C_t)	1 : service sans transformateur
Structure à l'extrémité du service ($A_{d/a}$)	L (m) : 26 l (m) : 12 h (m) : 7
Facteur d'emplacement de cette structure ($C_{d/a}$)	0,25 : Entourée d'objets ou d'arbres plus hauts
Probabilité des dommages	
Type câblage externe à la structure (participation à P_{LD} et P_{LI})	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$

11.3 Détermination et description des zones à l'intérieur de la structure

En référence au § 2.4, les zones de structure Z_s qui ont été déterminées, et auxquelles seront affectées des zones de protection foudre ZPF, sont les suivantes :

- Zone Z_{s01} : Bât. Bio filtration

ZONE DE STRUCTURE Z_s N° 01		Bât. Bio filtration	
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF1 : courant de foudre limité ou induit avec champ magnétique atténué	
Services externes pénétrant dans la zone			
Systèmes intérieurs à la zone		Lignes n° 01 & 02	
Probabilité des dommages liés aux lignes			
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{s3}	Type câblage Externe à la zone (P_{LD} et P_{LI})	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{s4})
01	0,2 : câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille (boucles dans un même conduit ou avec cheminement dans de petits bâtiments - surface de boucle de l'ordre de $10m^2$).	Câble écranté avec résistance de blindage $1 < R_s \leq 5\Omega/km$	4kV
02	0,001 : câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	Câble écranté avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/km$	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas			
Type de plancher (r_u)		0,01 (béton)	
Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des blessures sur des êtres vivants			
Protections contre tension de contact et de pas (P_u)		1 : pas de mesures de protection	
Incendie			
Protection anti-incendie (r_p)	0,2 : installations d'extinctions fixes déclenchées automatiquement		
	Justification : présence d'une centrale de détection incendie équipée d'une protection contre les surtensions adaptée (hypothèse) et avec un temps d'intervention des pompiers inférieur à 10mn.		
Risque d'incendie (r_i)	0,01 : ordinaire (entre 400 et $800MJ/m^2$)		
	Justification : devant l'impossibilité de quantifier la matière inflammable, le potentiel calorifique de l'activité « fabrication utilisation de produits d'entretien » est estimé à $400MJ/m^2$ en référence une l'étude universitaire de 2011 menée à la demande de la direction prévention incendie belge		
Blindage spatial interne à la zone			
Blindage interne de la zone considérée (K_{s2}) - Frontière ZPF_{XY} avec $X>0$ et $Y>1$		1 : pas de blindage intérieur à la zone	
Pertes humaines			
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,0001 (personnes à l'intérieur des bâtiments)	
Dommages physiques en cas d'incendie (L_f)		Valeur typique : 0,05 (locaux industriels, commerciaux et scolaires)	
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		2 : faible niveau de panique	
		Justification : absence d'effets non létaux à l'extérieur du site et d'effets dominos sur un autre bâtiment Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.	
En cas de défaillances des réseaux internes (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		Valeur typique : 0 (absence de risque)	

11.4 Description de la zone à l'extérieur de la structure

La ou les zones décrites ci-dessous sont celles situées dans les 3m à l'extérieur de la structure. Seul le risque R_A lié aux blessures sur les êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas est pris en compte. Les autres pertes et facteurs qui ne sont pas dans le tableau n'ont pas d'influence sur le calcul du risque.

ZONE N°0b		Extérieure
Zone de protection foudre ZPF associée		ZPF0B
Services externes pénétrant dans la zone		
Systèmes intérieurs à la zone		Ligne(s) L01 à L02
Probabilité des dommages		
Ligne	Type câblage interne à la zone K_{S3}	Tension de tenue des réseaux internes U_w (contribution à K_{S4})
01	0,0002 : câble écrané avec résistance de blindage $1 \leq R_s \leq 5\Omega/\text{km}$ (mise à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison). Câbles blindés et cheminant dans des conduits métal.	4kV
02	0,001 : câble écrané avec résistance de blindage $5 < R_s \leq 20\Omega/\text{km}$ (mis à la terre aux 2 extrémités et matériel connecté à cette liaison).	1,5kV
Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des blessures sur les êtres vivants		
Type de sol (r_a)		0,00001 (asphalte)
Protections contre tension de contact et de pas (P_a)		1 : pas de mesures de protection
Incendie		
Protection anti-incendie (r_p)		0,5 : extinction manuelle Justification : bornes incendie sur le site
Risque d'incendie (r_f)		0 : aucun risque Justification : absence de stockage de produit combustible dans la zone des 3m.
Pertes humaines		
En cas de tension de contact et pas (L_t)		Valeur typique : 0,01 (personnes à l'extérieur)
En cas d'incendie (L_i)		Valeur typique : 0,005 (locaux industriels comprenant de nombreux éléments métalliques permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages)
Dangers particuliers (h_z) (impact lié aux risques spécifiques selon scénarios de l'EDD)		1 : pas de danger particulier Justification : absence de scénario d'accident associé à la structure Nota : relatif à toute personne extérieure à l'activité du site et se trouvant dans la zone d'effets, quelle que soit sa vulnérabilité.
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) (L_o)		0 (non applicable en extérieur)

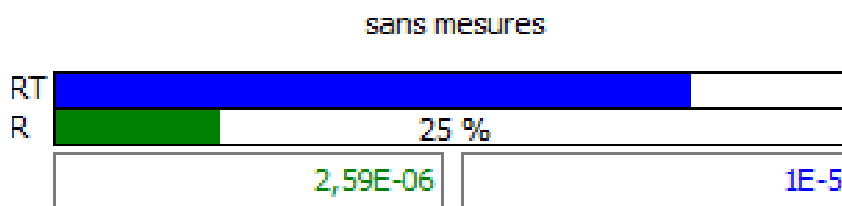
11.5 Détermination des composantes des risques relatifs à la structure (pertes humaines)

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines ou blessures permanentes).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par la norme à 10^{-5} , l'installation est alors considérée comme protégée.

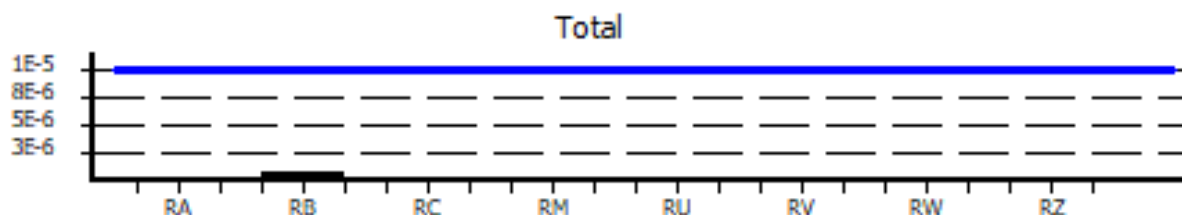
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en œuvre.

11.5.1 Risque estimé avant mise en place des protections



Le risque total R1 a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure et il est inférieur au risque tolérable RT. De ce fait aucune protection sur la structure et les lignes n'est à mettre en place.

Les différentes composantes du risque avant mise en place des protections sont les suivantes :



Voir détail des composantes du risque ci-dessous.

Avec :

RT : Risque tolérable.

R1 : Risque estimé

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

11.5.2 Analyse des protections à mettre en œuvre

Le risque a été réduit à un niveau acceptable en sélectionnant les mesures de protection suivantes.

Cette sélection de mesures de protection fait partie de la gestion du risque pour l'objet STR07 - Bâtiment Biofiltration extension & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11) et n'est valable que dans le cadre de cet objet.

Mesures Avec protection/état recherché:

Région	Mesures	Facteur
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	3.000E-02

ZPF 0B:

Zs-0b

Réseau courant faible:

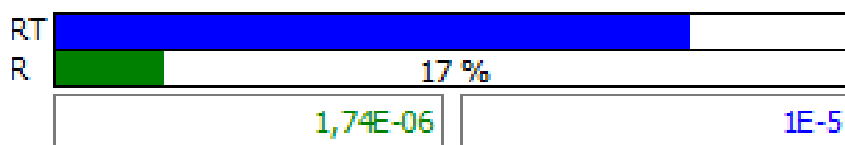
pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02
-------	--	-----------

Réseau HT/ BT:

pSPD:	Protection coordonnée par parafoudres NPF III ou IV	3.000E-02
-------	--	-----------

Le niveau du risque après la mise en place des protections désignées ci-dessus est le suivant et est bien inférieur au risque tolérable RT :

avec mesures



11.6 Conclusions des évaluations des risques sur la structure

Structure 07 – Identification : Zone N - Bâtiment Biofiltration extention & Rejet émissaire nouveau (Rep. 10 et 11)	
Résultats de l'évaluation du risque foudre	Niveaux de protection à atteindre
Structure	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, aucune protection ne sera nécessaire sur la structure.	Pas d'obligation
Lignes entrantes	
Cependant au vue des hypothèses retenues, un niveau de protection sera requis pour les lignes entrantes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - L01 - ligne HT/BT pénétrant dans le bâtiment, - L02 - ligne de surveillance et de report d'alarme de centrale incendie. 	NP IV
Eléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques	
Le fonctionnement des éléments suivants, considérés comme importants pour la sécurité, doit être assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées : <ul style="list-style-type: none"> - Centrale de détection incendie, - Centrale de Supervision, de commandes des circuits de sécurité et réseau ondulée, - Groupe électrogène de secours, 	NP IV
Liaisons équipotentielle au réseau de terre foudre	
Le réseau de terre foudre de la structure devra être dimensionné suivant le niveau de protection défini. Il devra être raccordé au réseau de terre des masses HT et BT de l'installation. Il devra s'intégrer dans un réseau équipotentiel et maillé avec le réseau de terre du site. La localisation des prises de terres et des liaisons équipotentielles doit être reportée sur un plan.	NP IV
Equipotentialités	
Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides suivantes et la prise de terre : <ul style="list-style-type: none"> - Canalisation gaz pénétrant dans la structure, - Canalisation eau pénétrant dans la structure, Les liaisons équipotentielles supplémentaires devront être réalisées et respectées avec les masses métalliques fonctionnelles et les équipements électriques situés en zone AtEx. La localisation des liaisons équipotentielles doit être reportée sur un plan.	
Commentaires	
Bien qu'aucun niveau de protection ne soit requis sur la structure, il est recommandé de réaliser l'interconnexion du fond de fouille de la structure par au moins 2 liaisons équipotentielles (diamétralement opposées) au réseau de terre des autres installations du site (et de les reporter sur un plan).	

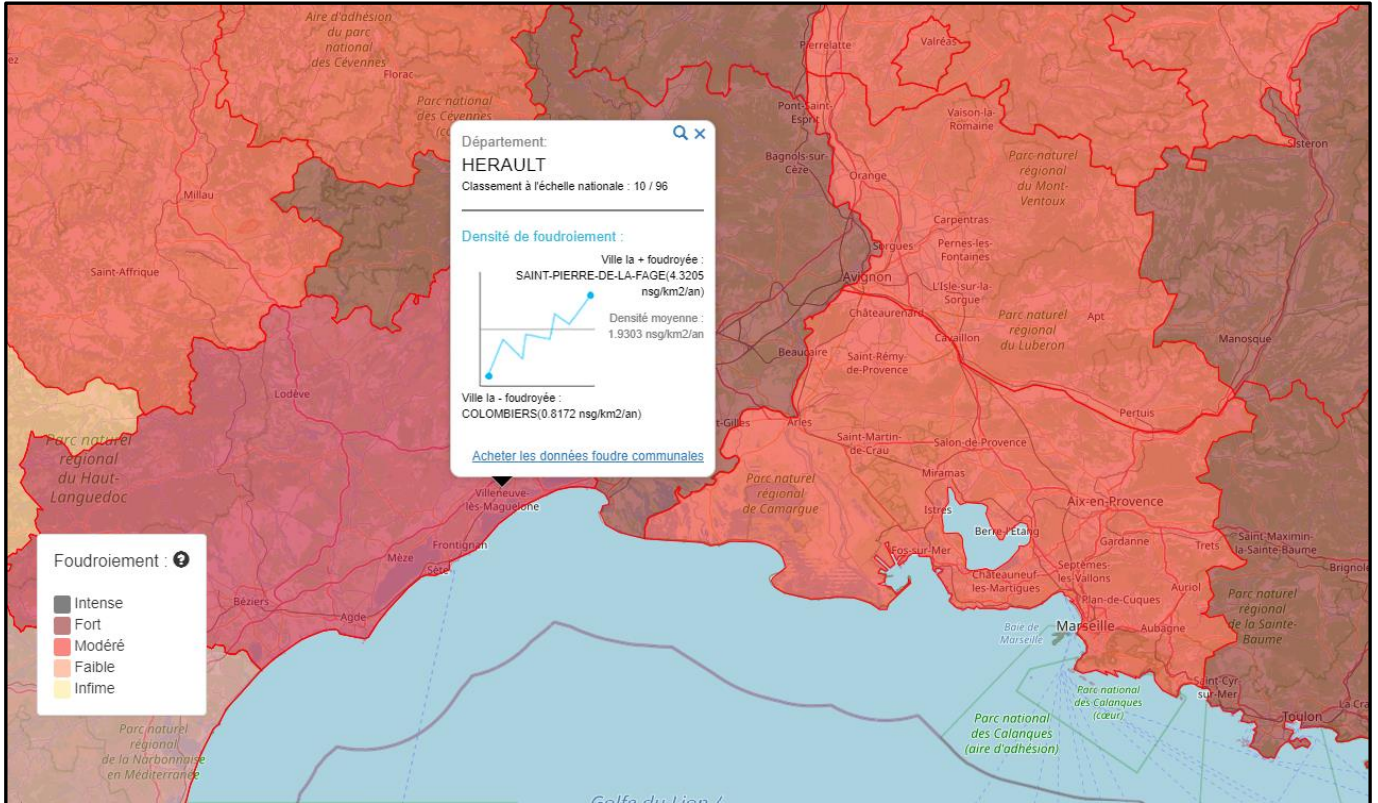
12 Annexes

- Annexe A : Abréviations utilisées
- Annexe B : Statique de foudroiement
- Annexe C : Distance et temps d'intervention des services de secours

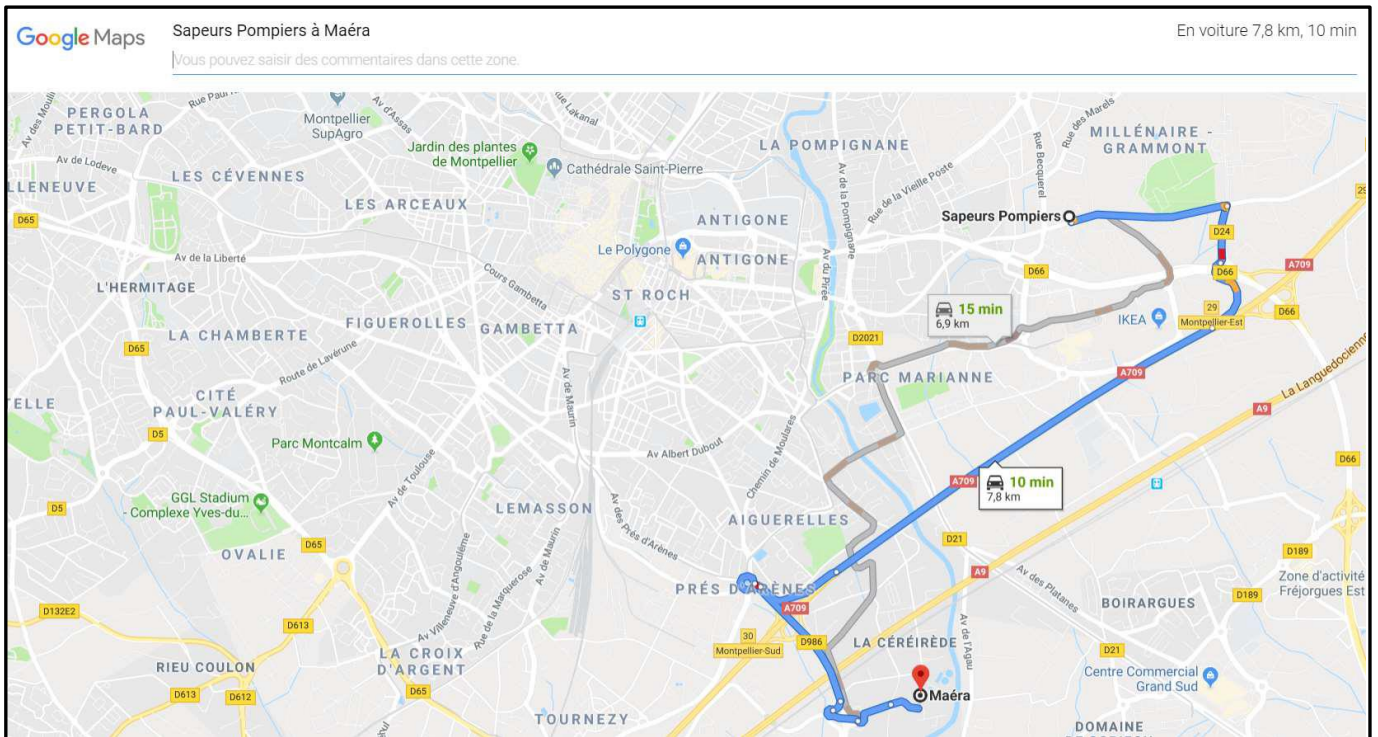
Annexe A : Abréviations utilisées

ARF	Analyse du Risque Foudre
ATEX	Atmosphère Explosive
BT	Basse Tension
DRPE/DRPCE	Document Relatif à la Prévention des risques Contre les Explosions
EIPS	Elément(s) Important(s) pour la Sécurité
ETF	Etude technique Foudre
F2C	Foudre Contrôle Certification
HT	Haute tension
ICPE	Installation(s) Classée(s) pour la Protection de l'Environnement
IEMF	Impulsion électromagnétique foudre
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
MMR	Mesures de Maitrise des Risques
MPF	Mesure de protection foudre contre l'IEMF
NPF	Niveau de Protection Foudre
N _{sc}	Densité de foudroiement (nombre d'impacts par km ² et par an)
PhD	Phénomène dangereux dans le cadre de l'étude de dangers
SPF	Système de Protection contre la Foudre (effets directs)
ZPF	Zone de Protection Foudre
Zs	Zone de structure

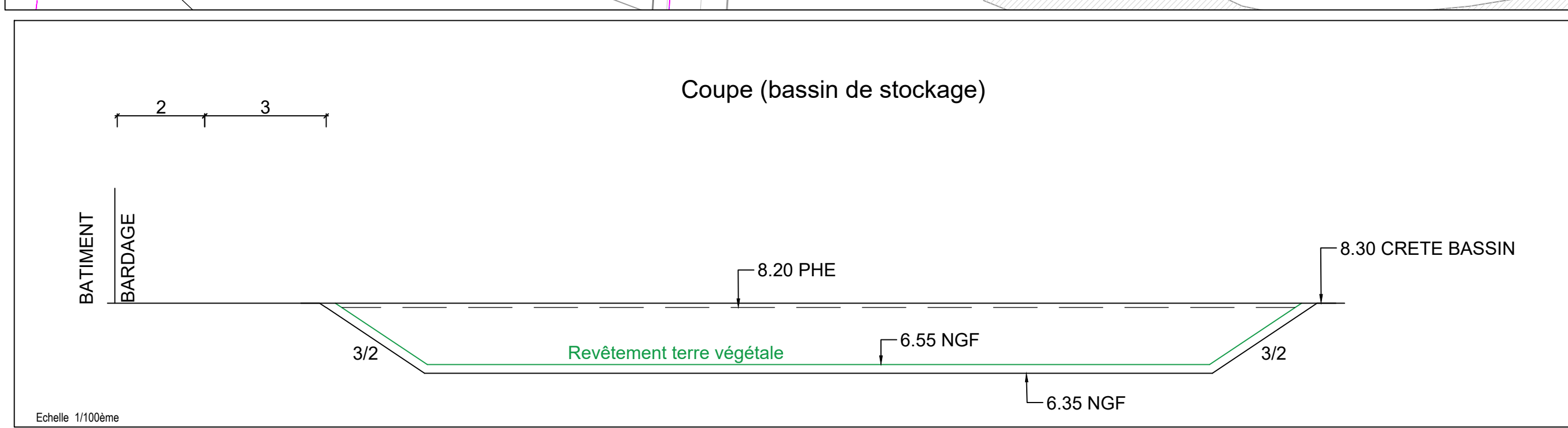
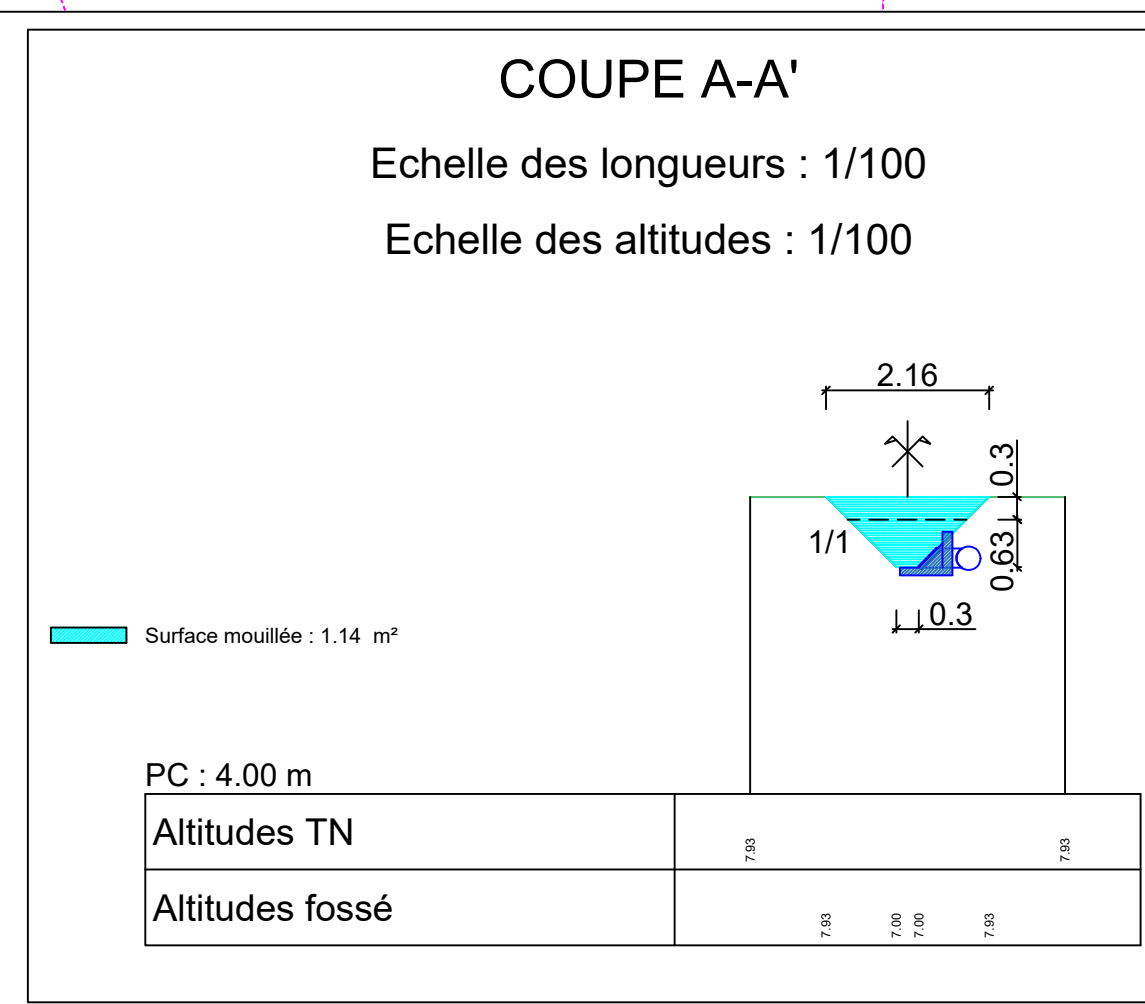
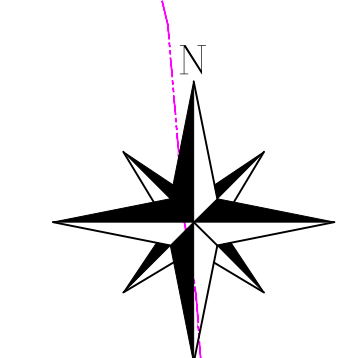
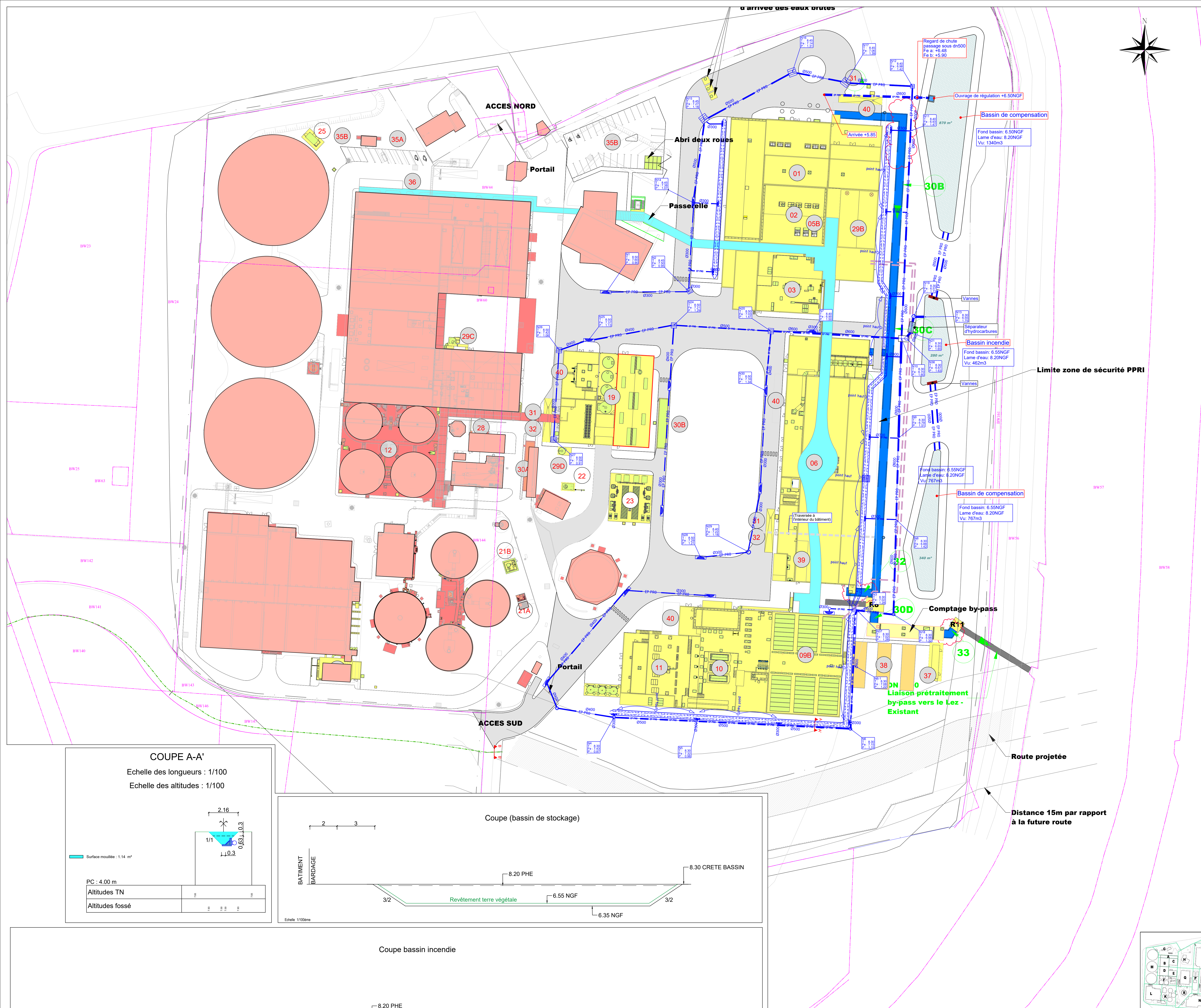
Annexe B : Statistiques de foudroiement



Annexe C : Distance et temps d'intervention des services de secours



ANNEXE – 2
EMPLACEMENT DU BASSIN
INCENDIE



MARCHE GLOBAL DE PERFORMANCE RELATIF A LA MODERNISATION DE LA STATION D'EPURATION MASA DANS UNE DEMARCHE DE DEVELOPPEMENT DURABLE

MAÎTRE D'OUVRAGE
MONTPELLIER MEDITERRANEE METROPOLE

ASSISTANTS MAÎTRE D'OUVRAGE	BUREAU DE CONTROLE TECHNIQUE	COORDONNATEUR SECURITE ET PROTECTION DE LA SANTE
irh ingénieur conseil Membre du Réseau Group	BRL Ingénierie	Groupe Qualiconsult ACF S.T.P.
PROCESS, EM	MAÎTRISE D'OUVRAGE	GÉNIE CIVIL
OTV VEOLIA EXPLOITATION, SYSTEME D'INFORMATION	egis	RAZEL-BEC ARCHITECTURE URBAINNE DURABLE
VEOLIA ELECTRICITE HAUTE TENSION	Cabinet MERLIN Groupe MERLIN	GTM SUD-OUEST TP GC ARCHITECTURE D'INGENIERIE

Statut	Indice	Date	Modifications	Dessinateur	Vérificateur	Approbateur
0		11/05/2022	Dossier Permis de Construire			

Format	N° d'affaire	Ech.	PC		Statut
		21.17			INT
Editeur					PRE
ARCHITECTURE URBAINNE DURABLE					BEE
			DOSSIER DE PERMIS DE CONSTRUIRE		SPE
			PLAN DU RESEAU PLUVIAL		DCR
Emetteur	Type doc	Zone	Num	Etat doc	Rév
RZB	PRE	00	PC	B	A0
					ANN

TFTO1
PLAN DU RESEAU DE COLLECTE
VUE EN PLAN
SOG_PROJ_1001_J
ECHELLE : 1/500
MAY 2022